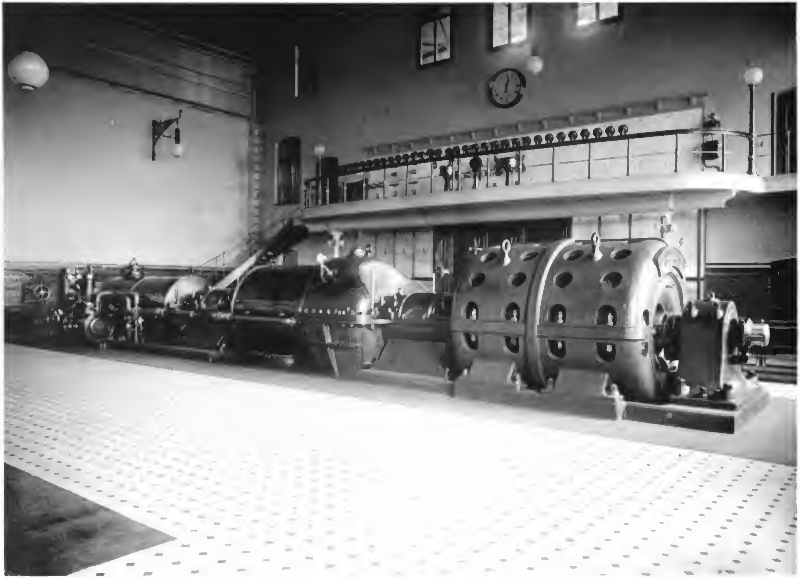
Statistisches Amt
Frankfurt a/M.

Elektrizitätswerk I.



5000 P. S. Turbodynamo.

Die

# Städtischen Elektrizitäts-Werke

zu

## Frankfurt am Main.

## Denkschrift

für die

Deutsche Städte-Ausstellung zu Dresden

1903.

Im Auftrage des Städtischen Elektrizitäts- und Bahn-Amtes

bearbeitet

von

**J. Singer,** Betriebsdirektor.



**Frankfurt am Main.**
Druckerei Gebrüder Fey.
1903.

# Inhalts-Verzeichnis.

# Verzeichnis

der

# Abbildungen, Zeichnungen und Pläne.

## Elektrizitäts-Werk I.



## Elektrizitäts-Werk II.

I.

# Geschichtlicher Überblick

über die

# Entwicklung des Elektrizitäts-Werkes I.

Die Geschichte der Elektrizitätswerke der Stadt Frankfurt am Main beginnt mit einem Vortrag des Magistrats am 3. Dezember 1886 an die Stadtverordneten-Versammlung, in welchem dargelegt wurde, dass die Frage der Errichtung einer Zentralstation für die Versorgung der Stadt mit Elektrizität eingehend geprüft werden müsse. Der Magistrat beantragte die Einsetzung einer gemischten Kommission von je 3 Mitgliedern beider Kollegien, welche sich ausser mit der Feststellung der Grundlagen und des Systems auch besonders mit der Frage beschäftigen sollte, ob die Anlage auf Kosten der Stadt oder durch eine Privatgesellschaft mit dem Vorbehalt des Rückkaufrechtes herzustellen sein würde.

Die dem Magistratsantrage entsprechend eingesetzte Kommission studierte das einschlägige Material, veranlasste eine öffentliche Ausschreibung für die Herstellung einer elektrischen Zentrale und prüfte die von Herrn Baurat Lindley, dem damaligen Vorstande des Tiefbauamtes, auf Grund der Angebote zusammengestellten Projekte; sie überzeugte sich von der Rentabilität einer elektrischen Anlage für das ganze Stadtgebiet und kam zu dem Ergebnis, dass es vorteilhaft sei, das Elektrizitätswerk zwar auf städtische Kosten zu erbauen, der bauenden Firma aber den Betrieb desselben auf einige Zeit zu übertragen.

Die bis dahin eingereichten Angebote hatten den Mangel, dass sie nicht auf gleicher Basis beruhten. Von Herrn Baurat Lindley wurde daher nunmehr

ein Entwurf ausgearbeitet, in dem die Anlage in ihren allgemeinen Zügen und in ihrem Umfange festgelegt wurde und zwar sowohl für den ersten als auch für den zweiten Ausbau des Werkes. Auf Grund dieses generellen Entwurfes fand eine neue Ausschreibung unter den grösseren Elektrizitätsfirmen Deutschlands statt, bei welcher zwar hinsichtlich der Wahl des Systems volle Freiheit gelassen, für den Fall der Wahl von Wechselstrom jedoch das Transformatoren-System mit einem vollständigen Sekundärleitungsnetz ausbedungen wurde.

Indessen auch diese zweite Ausschreibung führte zu keinem befriedigenden Ergebnis. Durch die Aufnahme des Wechselstromes als gleichberechtigte Wettbewerberin in der Konkurrenz wurde der Keim zu einem langjährigen Kampf um das Frankfurter Elektrizitätswerk gelegt, welcher zunächst eine Verzögerung in der Weiterführung der Angelegenheit zur Folge hatte. Die sich scharf gegenüberstehenden Ansichten über die Vorteile der verschiedenen Systeme erweckten den Gedanken, dass man durch eine Ausstellung in grösserem Massstabe, auf welcher die einzelnen Systeme elektrischer Energieerzeugung und -Verteilung praktisch im Betriebe vorgeführt werden konnten, am ehesten zu einem vergleichenden Urteil kommen würde. Die Ausstellung kam im Jahre 1891 zu Stande. Aber auch sie brachte die erwartete Klarheit über das für Frankfurt geeignetste System nicht; vielmehr trat auf derselben ein neues System, das des mehrphasigen Wechselstromes (Drehstrom) auf, das auf der Ausstellung selbst durch die berühmt gewordene Kraftübertragung Lauffen-Frankfurt a. M. einen Beweis seiner Leistungsfähigkeit erbrachte.

Nach Schluss der Ausstellung beauftragten die städtischen Behörden den ehemaligen Leiter der Ausstellung Herrn Ingenieur Oskar von Miller und Herrn Baurat Lindley mit der Aufstellung eines neuen Gutachtens über die Ausführung des geplanten städtischen Elektrizitätswerkes. Dieses Gutachten, das im Juni 1892 erstattet wurde, war auf 3 vollständig durchgearbeitete Projekte begründet. In sämtlichen Projekten war die Zentrale des Elektrizitätswerkes ausserhalb der Stadt an den Hafen verlegt. Die vergleichenden Ausarbeitungen umfassten:

A. Die Versorgung mittelst Wechselstrom-Transformatoren mit Primär- und Sekundär-Verteilungsnetz.

B. Desgleichen mittelst Akkumulatoren mit direkter Zuführung von Gleichstrom.

C. Desgleichen mittelst Akkumulatoren mit Wechselstrom-Gleichstrom-Umformern

und waren gleichmässig

im ersten Ausbau für 21000 bezw. 25000 und

im zweiten Ausbau für 67000 gleichzeitig brennende Glühlampen berechnet.

Aus den auf das sorgfältigste durchgearbeiteten Projekten ergab sich:

1) dass das Wechselstrom-Transformatoren-System mit Primär- und Sekundär-Verteilungsnetz sowohl im ersten als auch im zweiten Ausbau das billigste in den Anlagekosten sein würde und

2) dass dasselbe System auch die günstigste Rentabilität sowohl im ersten wie auch im zweiten Ausbau erwarten liess.

Die Sachverständigen brachten daher das Wechselstrom-Transformatoren-System als das für die hiesigen Verhältnisse geeigneteste in Vorschlag.

Die geringeren Anschaffungskosten und die zu erwartende günstigere Rentabilität des Wechselstrom-Transformatoren-Systems gegenüber den anderen vorgeschlagenen Systemen hätten allein nicht ausschlaggebend sein dürfen, wenn dem Wechselstrom tatsächlich Nachteile anhaften, die seiner allgemeinen Verwendbarkeit hinderlich sind. Die seinerzeit gegen den Wechselstrom erhobenen Bedenken, wie Gefahr der Hochspannung, die Schwierigkeit, wenn nicht Unmöglichkeit der Parallelschaltung der Wechselstrommaschinen, zu grosse betriebsgefährliche Erhitzung der Transformatoren bei dauerndem Betriebe, Mangelhaftigkeit der Wechselstrommotoren, geringere Lichtausbeute der Wechselstrom-Bogenlampen, der Mangel der Elektrizitätszähler für Wechselstrom, Unmöglichkeit der unmittelbaren Akkumulierung der Wechselströme, Einwirkung der Wechselströme auf Telegraphen- und Telephonleitung, Ausschluss der unmittelbaren Anwendbarkeit des Wechselstromes für elektrolytische Zwecke wurden schon damals von einer besonderen Sachverständigen-Kommission aus hervorragenden Fachleuten, auf Grund besonderer Untersuchungen, einerseits als unzutreffend oder übertrieben, andererseits als nicht ausschlaggebend erklärt gegenüber den grossen Vorzügen, welche dem Wechselstrom-Transformatoren-System eigen sind. Die günstige Entwicklung, welche das hiesige Elektrizitätswerk in den wenigen Jahren seines Bestehens durchgemacht hat, die rapide Ausdehnung der Energieversorgung über alle Stadtgebiete und die trotz reichlicher Verzinsung und Rücklagen hohen Erträgnisse des Elektrizitätswerkes liefern tatsächlich den Beweis dafür, dass die vorgebrachten Bedenken gegen das Wechselstromsystem grundlos waren und man seinerzeit mit weitschauendem Blick das Richtige getroffen hat.

Auf Grund des Gutachtens der beiden Sachverständigen fanden noch weitere Ausschreibungen statt, an denen sich unter anderen auch die Firma

Brown, Boveri & Co., Baden (Schweiz) beteiligte; auch wurden Angebote auf die Pachtung des Elektrizitätswerkes durch die erbauenden Firmen eingeholt. Nach eingehender Prüfung aller Projekte und Angebote kam die Kommission zu dem Ergebnis, dass das Angebot der Firma Brown, Boveri & Co. für das Wechselstrom-Transformatoren-System sowohl hinsichtlich der Erbauung als auch der Betriebspachtung das vorteilhafteste sei.

Der Magistrat beantragte dementsprechend am 3. Oktober 1893 bei der Stadtverordneten-Versammlung zuzustimmen, dass

1) ein Kredit von 2 010 000 Mark für die Errichtung eines städtischen Elektrizitätswerkes auf einem für dasselbe gekauften Grundstück an der Speicherstrasse zur Verfügung gestellt und

2) die gesamten Bauarbeiten und Lieferungen an die Firma Brown, Boveri & Co., Baden (Schweiz) vergeben werden, sowie mit der erbauenden Firma gleichzeitig ein Pachtvertrag abgeschlossen werde.

Diesem Antrag schloss sich die Stadtverordneten-Versammlung in ihrer Sitzung vom 12. Oktober 1893 an. Damit war endlich die für die Stadt Frankfurt so wichtige Entscheidung getroffen.

Das städtische Projekt, das zur Ausführung gelangte, sah für den ersten Ausbau eine Anlage vor, welche 21 000 gleichzeitig brennende Glühlampen à 50 Watt = 1050 K.W. leisten konnte. Für den zweiten Ausbau war eine Leistungsfähigkeit der Anlage von 4330 K.W. = 67 000 gleichzeitig brennenden Glühlampen vorgesehen. Dem entsprechend sollten für den ersten Ausbau unter Berücksichtigung der erforderlichen Reserve 3 Dampfdynamos à 525 K.W. = 750 P.S. und 8 Flammrohrkessel à 86 qm Heizfläche beschafft werden.

Sofort nach dem Beschlusse der oberen städtischen Behörden wurde mit der Detailprojektierung der Anlage vorgegangen, wozu für den elektrischen Teil mit der Firma Brown, Boveri & Co. und für den maschinellen Teil mit der Firma G. Kuhn, Stuttgart-Berg in Unterhandlungen getreten wurde. Alle Vorarbeiten wurden derart gefördert, dass bereits am 18. Januar 1894 der erste Spatenstich für das Elektrizitätswerk erfolgen konnte. Durch Umfragen bei den Interessenten wurde in den verschiedenen Stadtgebieten sowohl für den ersten als auch für den zweiten Ausbau das Bedürfnis an elektrischer Energie für Beleuchtung und motorische Zwecke festgestellt und hiernach die Projektierung des Kabelnetzes durchgeführt. Gleichzeitig wurde der Tarif für den Bezug elektrischer Energie aus dem Elektrizitätswerk von den städtischen Behörden aufgestellt und genehmigt.

Am 2. Juli wurde mit dem Verlegen der Kabel begonnen, nachdem vorher die in den Fusssteigen unterirdisch angeordneten Transformatorenschächte ausgeführt worden waren. Die Kabel wurden sämtlich von der Firma Felten & Guilleaume, Mülheim a. Rh., geliefert und verlegt.

Bereits am 12. Oktober 1894, also ein Jahr nach der definitiven Beschlussfassung der Stadtverordneten-Versammlung konnte die erste Dampfdynamo in Betrieb gesetzt werden. Am 16. Oktober wurde zum ersten Mal elektrischer Strom in das Stadtnetz gegeben. Bei der Inbetriebsetzung des Elektrizitätswerkes waren im Ganzen 72888 m Kabel verlegt.

Die Anlage wurde in allen ihren Teilen eingehenden Abnahmeversuchen unterworfen. Vertraglich garantiert war eine Leistung der Zentrale im ersten Ausbau von 17000 gleichzeitig brennenden Glühlampen à 50 Watt. Diese garantierte Leistung wurde mit 377 Ampère entsprechend 900 K.W. = 18000 Glühlampen um 1000 Glühlampen übertroffen. Die Speiseleitungen, welche imstande sein sollten, den Strom für 47000 Glühlampen zu führen, ergaben nach den Berechnungen eine Leistungsfähigkeit von 49760 Glühlampen = 2488 K.W.; das Sekundärnetz, für das eine Leistungsfähigkeit von 38000 Glühlampen garantiert war, besass eine solche von 16333 Ampère bei 120 Volt entsprechend 39200 Glühlampen.

In eingehender Weise wurden auch die Garantieen für die Dampfmaschinen, Kessel, Dynamos und Transformatoren geprüft.

Die Ergebnisse aller vorgenommenen Versuche bewiesen, dass das Werk in der im Bauvertrag vorgeschriebenen Leistungsfähigkeit, Vollkommenheit und Güte hergestellt worden war und dass die Uebernahmeverpflichtungen der Unternehmer in Uebereinstimmung mit dem Vertrage erfüllt waren.

Noch ehe das Werk dem Betriebe übergeben war, hatten sich die Anmeldungen zum Anschluss derart vermehrt, dass eine sofortige Vergrösserung der Anlage als notwendig erachtet wurde. Dementsprechend genehmigten die oberen städtischen Behörden bereits am 22. Juni 1894 die Beschaffung einer vierten Dampfdynamo mit 4 zugehörigen Dampfkesseln und ausserdem im Laufe des Jahres 1894 noch eine Reihe von Kabelnetzausdehnungen, durch welche ganze Gebiete für die Stromlieferung erschlossen wurden. Im Januar 1896 wurde die vierte Maschine nebst Kesseln in Betrieb genommen.

Der Preis für die elektrische Energie betrug anfangs zu Beleuchtungszwecken 80 Pfennig, zu motorischen Zwecken 20 Pfennig pro Kilowattstunde mit entsprechenden Rabatten. Die Ergebnisse des ersten Betriebsjahres 1895/96 waren bereits so günstige (s. Tabelle Anl. No. 1), dass vom 1. November 1896

ab der Preis für den Beleuchtungsstrom auf 70 Pfennig pro Kilowattstunde herabgesetzt werden konnte.

Am 1. Mai 1896 wurde Herr Stadtrat Riese zum stellvertretenden Vorsitzenden und am 2. November 1897 zum Vorsitzenden der Elektrizitäts-Kommission ernannt.

Die rege Anschlussbewegung einerseits und die Zunahme des Konsums der vorhandenen Anschliesser andererseits veranlassten die Elektrizitäts-Kommission bereits im Jahre 1896 eine weitere Vergrösserung des Elektrizitätswerkes in Erwägung zu ziehen.

Für diese Erweiterung des Werkes musste in erster Linie über die Grösse der neu zu wählenden Dampfdynamos Entscheidung getroffen werden. Mit richtigem Verständnis für die Betriebsverhältnisse eines Wechselstromwerkes hatten die Pächter Brown, Boveri & Co. dem Anschlusse von Elektromotoren, welche für das Elektrizitätswerk auch tagsüber Belastung schaffen, ihre besondere Aufmerksamkeit geschenkt, sodass bereits im Juli 1896 133 Elektromotoren mit zusammen 1063 P. S. an das Werk angeschlossen waren; im darauffolgenden Jahre war der Anschluss bereits auf 185 Motoren mit rund 1500 P. S. gewachsen. Bei der im Jahre 1896 in Aussicht genommenen Vergrösserung des Werkes ging man deshalb von der Ansicht aus, dass der weitere Ausbau des Werkes mit 1500 pferdigen Dampfdynamos erfolgen solle, von denen man erwarten konnte, dass sie hinsichtlich Dampf- und Ölverbrauch noch günstiger arbeiten würden als die vorhandenen 750 P. S. Maschinen.

Die Erweiterung erfolgte im Laufe des Jahres 1897 auf dem östlichen Flügel des Werks und bot Raum für die Aufstellung zweier Dampfdynamos von 1500 P. S. und im Kesselhaus für 6 Wasserrohrkessel von je 310 qm Heizfläche.

Die Lieferung der Dampfmaschine wurde der Firma Gebrüder Sulzer in Winterthur übertragen; die Dynamomaschine und den elektrischen Teil der Erweiterung hatte nach dem Pachtvertrage die Firma Brown, Boveri & Co., Baden (Schweiz) zu erstellen; Kessel und Rohrleitungen wurden an die Firma Simonis & Lanz, Frankfurt a. M.-Sachsenhausen vergeben. Während für die Dampfmaschinen das Tandem-Compound-System, das sich bei den vorhandenen Maschinen in jeder Beziehung bewährt hatte, beibehalten wurde, wählte man für die neuen Kessel nicht mehr Flammrohrkessel, sondern Wasserrohrkessel. Wenn auch die Dampfentwicklung bei den Flammrohrkesseln in sehr wirtschaftlicher Weise erfolgt, so lange eine gleichmässige Dampfentnahme zu

erwarten ist, so sind sie für rasche Dampfentwicklung und stark wechselnden Betrieb nicht so vorteilhaft wie die Wasserrohrkessel. Mit der bedeutenden Vergrösserung des Elektrizitätswerkes musste aber damit gerechnet werden, dass im Winter und an trüben Tagen die erforderliche Dampfmenge innerhalb eines kurzen Zeitraumes auf das Doppelte steigen konnte; für solche Betriebsverhältnisse eignen sich Wasserrohrkessel besser als Flammrohrkessel; auch musste man darauf Rücksicht nehmen, dass sich in dem für das Elektrizitätswerk vorgesehenen Raum unschwer die erforderliche Heizfläche in Wasserrohrkesseln unterbringen liess, während bei Anwendung von Flammrohrkesseln das Kesselhaus im Verhältnis zum Maschinenraum Dimensionen angenommen hätte, welche zu unvorteilhaft langen Dampfleitungen geführt haben würden.

Die Inbetriebsetzung der ersten 1500pferdigen Dampfdynamo erfolgte am 15. November 1897. Bereits im Februar 1898 wurde die zweite gleichleistungsfähige Dampfdynamo bestellt. Sie wurde nicht nur mit Rücksicht auf die Steigerung des Konsums, sondern auch im Hinblick auf die in Aussicht stehende Einführung des elektrischen Betriebes der Trambahn erforderlich.

Vom 1. April 1898 ab trat eine weitere Ermässigung des Grundpreises für Beleuchtungsstrom in Kraft. Hiernach wurden die ersten 3000 Kilowattstunden zu 60 Pfennig mit den üblichen Benutzungsdauer-Rabatten und die über 3000 Kilowattstunden hinaus verbrauchten Strommengen zu 40 Pfennig pro Kilowattstunde berechnet. Ausserdem wurden die Kosten für den Hausanschluss, die Abnahmegebühren und die Zählermiete bedeutend ermässigt.

Die fortdauernd günstige Entwicklung des Elektrizitätswerkes legte nunmehr den städtischen Behörden den Gedanken nahe, das Werk in eigne Verwaltung zu übernehmen. Die Gründe, welche seinerzeit für die pachtweise Übertragung des Betriebes an die mit der Bauausführung betrauten Firmen Brown, Boveri & Co. und Felten & Guilleaume massgebend gewesen waren, bestanden nicht mehr. Vor Allem waren die Bedenken hinsichtlich der Rentabilität, durch die günstigen finanziellen Erträgnisse des Werkes geschwunden. Die Pächter hatten auch das in sie gesetzte Vertrauen gerechtfertigt, den Betrieb des Werkes mit Umsicht und Erfolg geleitet und die ihnen mögliche Beweglichkeit in der Heranziehung von Konsumenten in vollem Masse ausgenützt. Seit Eröffnung des Elektrizitätswerkes war die Anzahl der angeschlossenen Lampen von rund 14000 auf 85000 gestiegen und befand sich noch immer in Zunahme; ausserdem war die Einführung des elektrischen Betriebes auf der Trambahn, für welche der erforderliche Strom aus dem Elektrizitätswerk geliefert werden sollte, in Aussicht genommen, wodurch

weiter ein günstiger Einfluss auf die Entwicklung des Elektrizitätswerkes erwartet werden durfte. Es konnte deshalb keinem Zweifel unterliegen, dass die Rentabilität des Elektrizitätswerkes dauernd sicher gestellt war. Abgesehen von der Höhe des den Betriebspächtern alljährlich zufallenden Gewinnes war für die Übernahme des Werkes in städtische Verwaltung auch noch massgebend, dass die Stadt bei eigner Betriebsführung eine grössere Freiheit in ihren Entschliessungen erhielt und mehr Einfluss auf die Rentabilität des Werkes gewinnen konnte. Die oberen städtischen Behörden beschlossen daher, den Betriebsvertrag mit den bisherigen Pächtern des Elektrizitätswerkes zum 31. März 1899 zu kündigen, den Betrieb seitens der städtischen Verwaltung zu übernehmen, sowie eine vertragsmässig zu besetzende Direktorstelle bei dem Elektrizitätswerk zu schaffen. Letztere wurde Herrn Direktor Singer übertragen und von ihm am 15. Januar 1899 angetreten.

Am 28. März 1899 wurde die Elektrizitäts-Kommission aufgehoben und die städtischen Elektrizitätsangelegenheiten dem Elektrizitäts- und Bahnamt übertragen, dem auch die städtischen Strassen- und Kleinbahnen unterstellt wurden. Zum Vorsitzenden des Elektrizitäts- und Bahnamtes wurde Herr Stadtrat Riese ernannt, an dessen Stelle am 1. Oktober 1900 Herr Stadtrat Hin trat.

Im November 1896 war auch der mit der Trambahngesellschaft über den Strassenbahnbetrieb unter dem 24. März 1891 abgeschlossene Vertrag zum 1. Januar 1898 gekündigt und gleichzeitig die Einführung des elektrischen Betriebes auf der Frankfurter Strassenbahn beschlossen worden. Der benötigte Strom sollte als Wechselstrom aus dem Städtischen Elektrizitätswerk entnommen und in einer besonderen Umformerstation in Gleichstrom umgewandelt werden. Die Versorgung der Strassenbahn mit Strom bedingte eine weitere Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Elektrizitätswerkes. Die Erweiterung des Werkes erfolgte durch einen Anbau auf der Westseite, in dem zwei weitere 1500 pferdige Dampfdynamos und Kessel zur Aufstellung gelangten. Für die Dampfdynamos wurde gleiche Konstruktion und Grösse gewählt wie für die bereits vorhandenen; die Dampfkessel wurden jedoch mit Überhitzern ausgestattet, welche den Dampf soweit überhitzen, dass an den Maschinen noch mit etwa 250° C. Temperatur gearbeitet werden kann. Diese Temperatur war gewählt worden, weil sie auch für die vorhandenen Dampfmaschinen als unbedenklich betrachtet werden konnte. Hierdurch wurde eine wesentliche Verbesserung der Betriebsverhältnisse erzielt. Es ergab sich dies nicht nur aus den Abnahmeversuchen, sondern auch im laufenden Betriebe. Während

Elektrizitätswerk I.



Aussenansicht.

bei den erst aufgestellten 1500pferdigen Dampfdynamos bei der günstigsten Belastung ein Dampfverbrauch von 10,2 kg pro Kilowattstunde erforderlich war, ergab sich für die neuen Maschinen mit überhitztem Dampf ein solcher von nur 9 kg. Auch wurde durch Versuche an den von Steinmüller in Gummersbach gelieferten neuen Wasserrohrkesseln mit Überhitzung und automatischer Rostbeschickung festgestellt, dass der Nutzeffekt der Kessel beim Arbeiten mit Überhitzung um einige Prozent höher ist als bei der Erzeugung gesättigten Dampfes. Die an den Dampfmaschinen durch die Überhitzung des Dampfes erzielten Ersparnisse im Dampfverbrauch kommen daher wiederum als Ersparnisse im Kohlenverbrauch zur Erscheinung.

Dem westlichen Flügel des Erweiterungsbaues wurde eine Werkstatt, in welcher alle laufenden Reparaturen ausgeführt werden sollten und ein Magazin für die Betriebsmaterialien angegliedert.

Die Stromlieferung nach der Umformerstation, die am Schillerplatz eingerichtet wurde, machte auch den Umbau des Maschinenschaltbrettes erforderlich, weil man Wert darauf legte, dass jede Maschine sowohl für den Strassenbahnbetrieb als auch für das Lichtnetz verwendbar sein sollte; auch war es als wünschenswert erkannt worden, dass die Stromlieferung für die Strassenbahn und das Lichtnetz entweder getrennt oder gemeinschaftlich von denselben Sammelschienen aus erfolgen konnte, um die Möglichkeit zu haben, sich den Eigentümlichkeiten der beiden Betriebsarten hinsichtlich Beanspruchung der Betriebsmittel besser anzupassen. Der Umbau der alten Schalttafel erfolgte im Herbste 1899.

Das für die Kesselspeisung erforderliche Wasser war bis dahin der städtischen Quellwasserleitung entnommen worden und musste dafür in den Sommermonaten 25 Pfennige und in den Wintermonaten 15 Pfennige pro Kubikmeter bezahlt werden. Die bedeutende Belastung des Etats des Elektrizitätswerkes einerseits und der Umstand, dass die städtischen Wasserwerke die fortwährend steigenden Anforderungen der Einwohnerschaft an die Quellwasserlieferung so wie so nur schwer befriedigen konnten, legten den Gedanken nahe, das aus den Kondensatoren der Dampfmaschinen abfliessende Wasser, das dem Main entnommen wird und ihm wieder zufliesst, zur Kesselspeisung zu benutzen; da das Mainwasser eine Härte von 20—22 Grad besitzt und ihm mit dem kondensierten Dampf der Maschinen noch etwas Öl beigemischt wird, musste man, um es als Kesselspeisewasser brauchbar zu machen, die Aufstellung einer Wasserreinigungsanlage ins Auge fassen. Im Etatsjahre 1899 wurden daher 50 000 Mark für die Erstellung einer Wasserreinigungsanlage

bereit gestellt und dieselbe im Jahre 1900 zur Ausführung gebracht. Der Erfolg der Wasserreinigung zeigte sich im Jahre 1901, in welchem die Reinigungsanlage mit der Verbesserung durch den Kalksättiger voll zur Geltung kam, dadurch, dass die Kosten für das Kesselspeisewasser nur 9857 Mark betrugen, während im Jahre 1899 22869 Mark dafür bezahlt worden waren.

Im April 1899 wurde die Umformerstation am Schillerplatz, welche 3 Umformer à 500 K. W. Gleichstromleistung und eine Pufferbatterie enthält, in Betrieb gesetzt und hat seitdem durchaus zufriedenstellend gearbeitet.

Im Sommer des Jahres 1899 traten mehrmals bedeutende Störungen im Hochspannungskabelnetz auf, welche zu Unterbrechungen in der Stromlieferung führten und geeignet waren, das Vertrauen des Publikums zur elektrischen Beleuchtung und Kraftlieferung zu erschüttern und die weitere Entwicklung des Elektrizitätswerkes zu schädigen. Wenn auch schon in früheren Jahren Durchschläge im Hochspannungskabelnetz vorgekommen waren, so hatten dieselben doch keinen so bedeutenden Umfang angenommen als im September 1899, wo das Hochspannungskabelnetz an 21 Stellen gleichzeitig durchschlug. Bei der neuen Störung gelang es jedoch, die Ursache für das Auftreten des Fehlers unzweifelhaft nachzuweisen und damit auch die Mittel zur Abhilfe zu finden.

Tritt an irgend einer Stelle des Innenleiters des aus konzentrischen Kabeln bestehenden Hochspannungsnetzes ein Erdschluss auf, so erhält der Aussenleiter nicht allein plötzlich die volle Betriebsspannung, sondern es treten auch Spannungserhöhungen im Aussenleiter auf, welchen die Isolation nicht gewachsen ist. Es wurden daher sämtliche Isolierungen der Kabelendverschlüsse in den Transformatorenschächten durch Anwendung von Porzellantüllen mit grösserer Oberfläche als die bisherigen wesentlich verstärkt und ausserdem der Aussenleiter des Hochspannungskabelnetzes im Elektrizitätswerk an Erde gelegt.

Bei der Störung im September 1899 hatte sich gezeigt, dass ein 5 km langes, verseiltes Hochspannungskabel, an dessen Ende seiner Zeit der Innenleiter-Erdschluss stattgefunden hatte, vollkommen intakt blieb, während das konzentrische Kabelnetz, wie erwähnt, an 21 verschiedenen Stellen durchgeschlagen war. Es war damit auch der Beweis erbracht, dass verseilte Kabel den konzentrischen weit überlegen sind; man entschloss sich daher, alle durchgeschlagenen konzentrischen Kabel durch verseilte zu ersetzen und für den weiteren Ausbau des Hochspannungsnetzes nur noch verseilte Kabel zu verwenden. Es ist auch seitdem an verseilten Kabeln ein Durchschlagen nicht erfolgt. Besondere Versuche mit einer vollständigen Schachtausrüstung ergaben,

dass die schwächste Stelle der neuen Konstruktionen in den Transformatorenschächten im Stande ist, eine Spannung von über 20000 Volt, also mehr als das 7fache der Betriebsspannung auszuhalten.

Mit der Aufstellung der letzten beiden 1500pferdigen Dampfdynamos und der 6 Wasserrohrkessel war das Elektrizitätswerk im Rahmen des Bauprogramms für den vollen Ausbau vollendet. Die Frage, in welcher Weise bei eintretendem Bedürfnis eine weitere Erhöhung der Leistungsfähigkeit des Elektrizitätswerkes am zweckmässigsten zu bewirken sei, musste daher, weil es sich unter Umständen um neue Hochbauten in grösserem Umfange handeln konnte, eingehend geprüft werden. Die Notwendigkeit einer baldigen Erhöhung dieser Leistungsfähigkeit trat bereits im Jahre 1900 zu Tage. Von vornherein war es nicht zweifelhaft, dass es geboten sei, hierbei mit Rücksicht auf den starken und schnell weiter wachsenden Stromkonsum nur Maschinen und Kessel mit erheblich grösserer Leistungsfähigkeit als seither zu verwenden, da diese bei grossem Konsum bedeutend wirtschaftlicher arbeiten, als kleine Maschinen.

Zur engeren Auswahl kamen Dampfdynamos des seither verwendeten Systems, jedoch in grösseren Abmessungen, und Turbodynamos, deren Bau speziell Parson'schen Systems in letzter Zeit in England bedeutende Fortschritte gemacht hatte. In England waren im Jahre 1900 Parson'sche Dampfturbinen bereits mit einer Leistung von zusammen 60000 P.S. im Betriebe; auch wurden damals gerade für das neu erbaute Elektrizitätswerk der Stadt Elberfeld 2 Parson'sche Dampfturbinen von je 1000 K.W. aufgestellt, deren Versuchsergebnisse veröffentlicht worden waren und als sehr günstig bezeichnet werden mussten. Herr Stadrat Riese und Herr Direktor Singer begaben sich daher zum Studium der Dampfturbinen Parson'scher Konstruktion nach England, besichtigten daselbst nicht nur eine Reihe von Elektrizitätswerken, in denen Parson'sche Dampfturbinen für die Erzeugung elektrischer Energie in Betrieb waren, sondern auch die Fabrikeinrichtungen der Firma Parsons & Co. und erhielten bei diesen Besuchen den Eindruck, dass

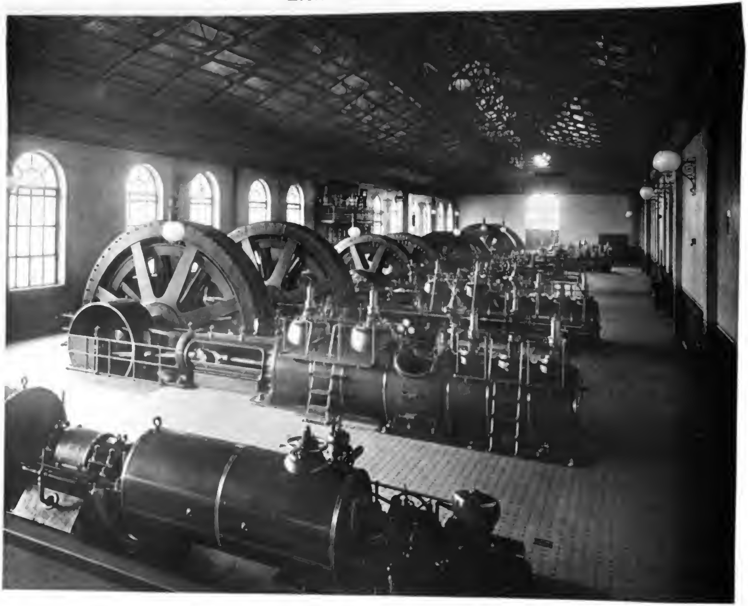
1) Dampfturbinen System Parsons schon so lange und in so grosser Zahl im Betriebe sind, dass an ihrer praktischen Verwendbarkeit in Elektrizitätswerken nicht gezweifelt werden konnte,
2) dass die Konstruktion überraschend einfach ist und dass in ihr eine gute Gewähr für ihre Dauerhaftigkeit und Betriebssicherheit liege und
3) dass die Turbodynamos eine ganze Reihe in die Augen fallender Vorzüge vor gewöhnlichen Dampfdynamos besitzen, Vorteile, die namentlich bei grossen Aggregaten ins Gewicht fallen.

Die mit den für die Stadt Elberfeld gebauten Dampfturbinen in der Fabrik von Parsons & Co. angestellten Versuche über Dampfverbrauch und Regulierfähigkeit hatten bereits einen geringeren Dampfverbrauch ergeben, als bei den 1500 pferdigen Dampfmaschinen im hiesigen Elektrizitätswerk festgestellt worden war; es durfte somit bestimmt erwartet werden, dass der Dampfverbrauch einer Turbodynamo von 3—4000 P. S. demjenigen einer gleich grossen Dampfdynamo gewöhnlicher Konstruktion mindestens gleichkommen würde. Die Firma Brown, Boveri & Co., Baden (Schweiz) hatte die Fabrikation der Parson'schen Dampfturbine aufgenommen und für die Lieferung einer Turbodynamo von 2600 K. W. so weitgehende Garantieen hinsichtlich Dampfverbrauch, Regulierfähigkeit und Abnützung in Aussicht gestellt, dass die Wahl einer Turbodynamo unbedenklich erscheinen musste. Dazu kamen aber noch andere Gründe, welche gegen die Verwendung von grossen Dampfdynamos sprachen. Die Dampfdynamos hätten derartige bedeutende Dimensionen erhalten müssen, dass ihre Aufstellung entweder sehr erhebliche Um- und Erweiterungsbauten der vorhandenen Zentrale oder ein vollständig neues Gebäude unter Aufwendung unverhältnismässig hoher Kosten erfordert hätte, während für eine Turbodynamo sich wegen des geringen Platzbedarfes derselben der erforderliche Raum mit geringen Kosten durch eine einfache Verlängerung des östlichen Flügels des Maschinenhauses bis zur Flucht des Kesselhauses ohne weiteres beschaffen liess, wobei ausserdem noch genügend Platz für die Aufstellung eines neuen Feederschaltbrettes blieb. Die Aufstellung eines solchen war insofern ein dringendes Bedürfnis geworden, als das vorhandene, in dem südlichen Vorbau des Elektrizitätswerkes untergebrachte, den Ansprüchen an Betriebssicherheit nicht voll genügte, wegen Platzmangel aber nicht umgebaut werden konnte.

Unter Anerkennung der angeführten Vorzüge der Turbodynamo wurden durch Beschluss der oberen städtischen Behörden vom 10. Juli 1900 zunächst die erforderlichen Mittel für die Beschaffung einer Turbodynamo und durch Beschluss vom 1. März 1901 auch die Mittel für die Beschaffung der zugehörigen Kessel und für die sonstigen notwendigen Ergänzungen und Erweiterungen der baulichen und maschinellen Anlagen genehmigt.

Die Dampfspannung für die Turbodynamo war auf rund 13 Atmosphären und die Temperatur des überhitzten Dampfes auf 300° C. festgesetzt worden; die vorhandene Kesselanlage war für die Lieferung des erforderlichen Dampfes für die Dampfturbine weder gross genug, noch geeignet, weil der konzessionierte Dampfdruck dieser Kesselanlage nur 10 Atmosphären betrug und die auf dem

Elektrizitätswerk I.



Maschinenraum.

östlichen Flügel in der Nähe des Aufstellungsortes der Dampfturbine befindlichen Simonis & Lanz-Kessel keine Überhitzer hatten. Die aus dem ersten Ausbau vorhandenen Flammrohrkessel von G. Kuhn, welche Dampf von nur 9 Atmosphären lieferten, waren bereits ausser Betrieb gesetzt worden, weil sie eine höhere Dampfspannung als 9 Atmosphären nicht zuliessen, viel Bedienungspersonal erforderten und im Verhältnis dazu weniger Dampf lieferten als die Wasserrohrkessel.

Um Platz für eine neue Kesselanlage für die Dampfturbine zu schaffen, wurde die Beseitigung von 6 Flammrohrkesseln beschlossen und an ihrer Stelle eine Batterie von 3 Grossraum-Wasserrohrkesseln von G. Kuhn, Stuttgart-Berg für 15 Atmosphären Dampfüberdruck und 350° C. Überhitzung aufgestellt, welche mit Schrägrostfeuerung ausgestattet sind und eine besonders ökonomische Verbrennung des Heizmaterials ergeben.

Zur Kondensation des aus der Dampfturbine abgehenden Dampfes wurde eine besondere Anlage vorgesehen. Da das Kondensat wegen des Fortfalls jeglicher Schmierung der dampfführenden Teile der Turbine kein Öl enthält, vielmehr vollkommen rein ist, wurde Oberflächenkondensation nach dem Gegenstromprinzip angewandt. Die Anlage ist von der Firma Balcke & Co. in Bochum erstellt und besteht aus einem Oberflächenkondensator, einer Trockenluftpumpe, einer Zirkulations-, einer Kondensat- und einer Kesselspeisepumpe; das Kondensat wird, nachdem es vom Abdampf der die Kondensation treibenden Auspuffdampfmaschine vorgewärmt ist, durch die mit ihr gekuppelte Kesselspeisepumpe sofort in die Kessel zurückgepumpt, da eine Reinigung desselben nicht erforderlich ist.

Die neuen Schalttafeln, nämlich die Hauptschalttafel für die Turbodynamo und Gleichstromerregung samt Akkumulatorenbatterie, von der gleichzeitig die Beleuchtung des Elektrizitätswerkes abgezweigt wurde, und ferner die Feederschalttafel wurden von der Firma Brown, Boveri & Co., Mannheim-Käferthal, nach den Entwürfen der Betriebsdirektion geliefert.

Mit der Inbetriebsetzung dieser Erweiterung, welche im Laufe des Jahres 1902 erfolgte, hat das Elektrizitätswerk I eine Leistungsfähigkeit von 9000 K. W. = rund 14000 P. S. erreicht. Die neuen Einrichtungen haben den gehegten Erwartungen in jeder Beziehung entsprochen.

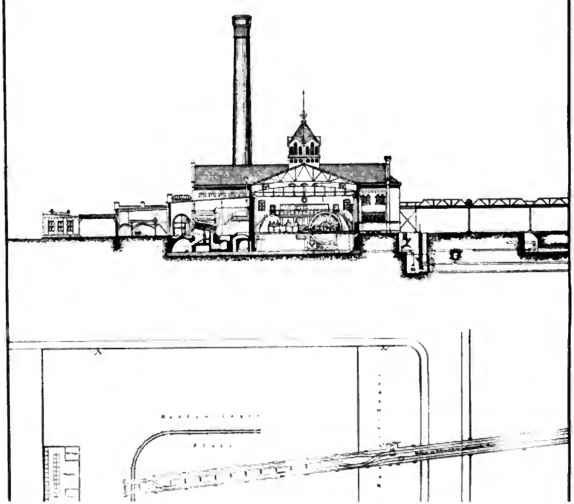
Die bisherige Entwicklung des Elektrizitätswerkes I muss als eine über Erwarten günstige bezeichnet werden; nicht blos haben Anschluss und Verbrauch fortdauernd zugenommen, sondern auch die Rentabilität ist fortwährend gestiegen. Nach Deckung der Betriebskosten und der Zinsen, starker Tilgung

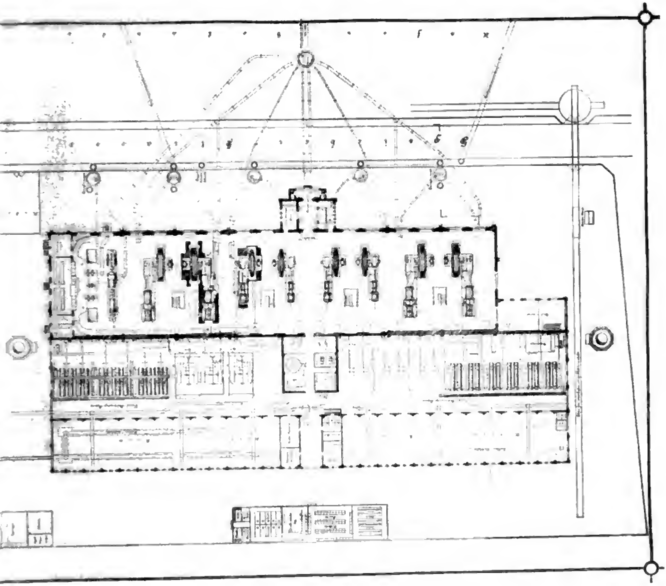
des Anlagekapitals und Ansammlung völlig genügender Reserven für die Erneuerungen verblieben noch sehr bedeutende Überschüsse, die im Jahre 1901 rund 767 000 Mark betragen haben. Gleichwohl gehört die Anlage zu denjenigen Elektrizitätswerken, welche die elektrische Energie zu einem sehr billigen Preise abgeben. Dabei darf nicht übersehen werden, dass das Leitungsnetz des Elektrizitätswerkes in alle Stadtgebiete, soweit in denselben ein Bedürfnis nach elektrischer Energie hervorgetreten ist, ausgedehnt wurde und allen Bevölkerungsklassen dient. Es muss hier ausdrücklich erwähnt werden, dass die günstige Entwicklung des Elektrizitätswerkes unter der Selbstverwaltung durch die Stadt wesentliche Fortschritte gemacht hat, wie sich aus den statistischen Tabellen über die Selbstkosten des Betriebes und die erzielten Überschüsse klar ergiebt, trotzdem die Ausgaben für Löhne, Gehälter und Wohlfahrtseinrichtungen gegen die Zeit, während der das Werk unter privater Leitung stand, stark gewachsen sind. Die Aufwendungen städtischer Verwaltungen für Arbeitslöhne, Notstandsarbeiten und Wohlfahrtseinrichtungen sind eben im Allgemeinen bedeutend grösser als bei den privaten Unternehmungen; schon allein deshalb, weil diese Aufwendungen unter beträchtlichen materiellen Opfern der Kommunen von der jeweiligen Lage des Arbeitsmarktes unabhängig gehalten werden.

## STÄDTISCHE ELEKTRIZITÄTS-WERKE FRANKFURT AM MAIN

WERK I SPEICHERSTRASSE

M. 1:200





## II.

# Beschreibung des Elektrizitäts-Werkes I.

### 1. Baulicher Teil.

Das Grundstück des Elektrizitätswerks I ist im rechtsmainischen Hafen an der Speicherstrasse gelegen und nimmt insgesamt eine Fläche von 14,400 qm ein. Seine Entfernung von dem Main beträgt nur 100 m, sodass die Lage bezüglich der Kohlen und Wasserversorgung als eine günstige bezeichnet werden kann.

Für die Kohlenzufuhr ist ein Anschlussgeleise an die Hafenbahn, sowie eine Hochbahn zur direkten Förderung der Kohlen von dem Schiff in die Bunker vorhanden. In beide Bahnen sind Wagen eingebaut, auf welchen die zur Anfuhr gelangende Kohle vor dem Ausladen in die Bunker genau gewogen wird. Zur Wasserversorgung dienen zwei Zuflusskanäle, welche auf der Südseite des Grundstückes in einen Verteilungskanal einmünden, von welchem aus das Wasser fünf Sammelbrunnen zufliesst. In diese münden in zweckentsprechender Verteilung die Kondensationswasser-Saugleitungen der einzelnen Maschinen ein.

Die Kondenswasser-Ausgussleitungen sämtlicher Maschinen führen nach einem Sammelbrunnen im Hafengelände. In diesem Brunnen ist das Wasser vermittelst Überlaufschieber etwas gestaut. Dem Brunnen wird an der tiefsten Stelle das Wasser zur Kesselspeisung entnommen, während das überschüssige Wasser über den Überlauf durch einen Kanal nach dem Main abfliesst. Durch diese Anordnung wird eine vollständige Abscheidung des dem Kondensat beigemengten Öles von dem zur Kesselspeisung entnommenen Wasser erreicht.

Das Hauptgebäude ist mit seiner Fassade der Speicherstrasse zugewendet und nimmt eine Fläche von rund 6800 qm ein. In der Mitte der südlichen Front ist der Haupteingang in einem Vorbau angeordnet, welch letzterer im Erdgeschoss einen Aufenthaltsraum für Obermaschinisten und Elektriker enthält, während im ersten Stockwerk die Haupt- und Verteilungsschalttafeln für 8 Dampfdynamos aufgestellt sind.

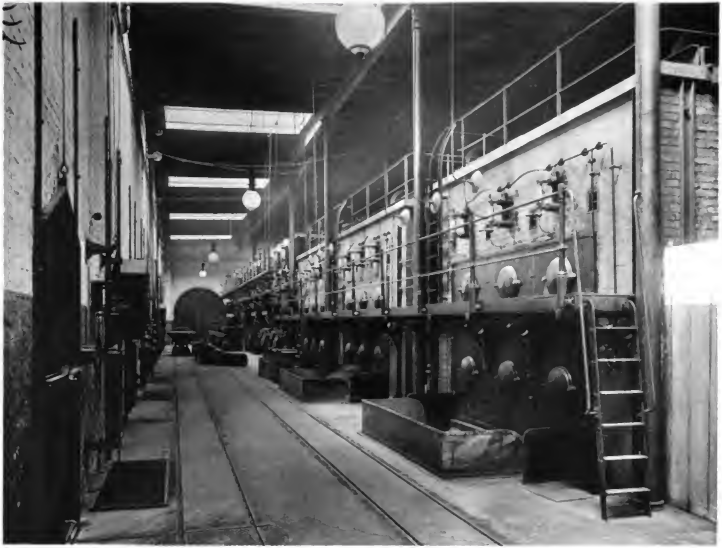
Von dem Haupteingang aus gelangt man in den Maschinenraum, welcher eine Länge von 97 m und eine Breite von 23 m hat. Die Höhe desselben vom Fussboden bis zur Unterkante der Dachkonstruktion beträgt 10,5 m. Der Maschinenraum ist in seiner ganzen Länge durch einen elektrisch betriebenen Laufkran für 25 Tons Tragkraft befahrbar. An das westliche Ende des Maschinenraums schliesst sich eine Werkstatt an, während die Ostseite einen Anbau zur Aufnahme der durch die Aufstellung einer 5000pferdigen Dampfturbine bedingten Schaltanlage erhalten hat. Dieser Anbau enthält im Keller einen Akkumulatorenraum, während im Erdgeschoss und im ersten Stockwerk die erwähnte Schaltanlage untergebracht wurde. Ausserdem sind in diesen beiden Stockwerken noch Nebenräume für den Maschinen-Ingenieur und den Maschinenmeister, sowie Kloset und Waschräume vorhanden, während das dritte Stockwerk zur Aufbewahrung von Reserveteilen und dergleichen dient.

Von dem Maschinenraum gelangt man in den Pumpenraum, in welchem 4 Speisepumpen, sowie die Wasserreinigungsanlage nebst 2 Zubringerpumpen aufgestellt sind. An den Pumpenraum reiht sich zu beiden Seiten das Kesselhaus, welches 118 m lang und 18 m breit ist. Die Kohlenbunker sind in einer Breite von 11,5 m hinter dem Kesselhaus angeordnet und stehen in jeder Abteilung durch eine Tür mit dem Kesselhaus in Verbindung. Der Rauchkanal, welcher hinter den Kesseln der südlichen Kesselhauswand entlang läuft, endigt im Freien auf der Ost- und Westseite in je einem Schornstein von 50 m Höhe und einer oberen lichten Weite von 2,8 m.

Hinter dem Kohlenbunker befindet sich noch ein besonderes Magazingebäude von 192 qm Grundfläche, sowie ein Gebäude von 285 qm Grundfläche für das Personal. Es steht durch einen gedeckten Gang mit dem Kesselhaus in direkter Verbindung. Im westlichen Teil dieses Gebäudes ist ein grosser Speisesaal von 64 qm Grundfläche und 4 m Höhe eingerichtet, welcher 3 Tische von je 5,4 m Länge enthält und für eine Arbeiterschicht bequem ausreicht.

Neben dem Speiseraum befindet sich der Ankleideraum, in welchem jedem Arbeiter ein Kleiderschrank zugewiesen ist. Hieran schliesst sich der Waschraum, welcher ausser einem grossen Wasserbecken mit Kalt- und Warm-

Elektrizitätswerk I.



Östliches Kesselhaus.

wasserzufluss, das in der Mitte des Raumes angeordnet ist, noch 14 Waschbecken enthält, die an den Wänden angebracht sind; ausserdem ist noch Platz für 6 weitere Waschbecken vorhanden.

Von dem Waschraum aus gelangt man in den Baderaum, welcher 10 Brause- und 2 Wannenbäder enthält und daran anschliessend in die Bedürfnisräume.

Ein weiterer Mannschaftsbedürfnisraum befindet sich auf der Westseite des südlichen Kesselhausganges, welcher den Kohlenbunker in zwei Teile teilt, während auf der Ostseite dieses Ganges ein Aufenthaltsraum für die Oberheizer angeordnet ist.

## 2. Kesselanlage.

Die Kesselanlage zeigt zur Zeit folgende Systeme:

1) 6 Wasserrohrkessel von Simonis & Lanz von je 311,5 qm Heizfläche;
2) 3 Grossraum-Wasserröhrenkessel von G. Kuhn von je 400 qm Heizfläche nebst Überhitzern von je 100 qm Heizfläche;
3) 6 Cornwallkessel von G. Kuhn von je 86 qm Heizfläche (ausser Betrieb);
4) 6 Wasserrohrkessel von Gebr. Steinmüller von je 311,5 qm Heizfläche nebst Überhitzern von je 72 qm Heizfläche.

Die gesamte Heizfläche beträgt somit 5454 qm.

Die von der Firma Simonis & Lanz gelieferte Kesselanlage besteht aus 6 Kesseln von je 311,5 qm Heizfläche und 4,56 qm Rostfläche mit je 2 Oberkesseln von 1350 mm Durchmesser und 6100 mm Länge für einen Betriebsdruck von 10 Atmosphären.

Die Kessel sind nach dem Zweikammersystem gebaut, deren Heizfläche durch je 198 Röhren von 95 mm äusserem Durchmesser und 5150 mm Länge gebildet wird. Die beiden Oberkessel werden nicht geheizt.

Diese Röhren sind in die beiden Wasserkammern eingewalzt, welch letztere mit den Oberkesseln durch Vernietung verbunden sind, sodass an diesen Stellen keinerlei Dichtungsmaterialien notwendig sind. Die den Rohrenden gegenüber in den Wasserkammern befindlichen Öffnungen werden durch einen von aussen einführbaren konischen Innenverschluss verschlossen. Der innere Kesseldruck wirkt dabei selbstdichtend und entlastend auf die Anzugsschraube, welche nur dazu dient, den Deckel in seiner Lage zu halten. Der in den Röhren sich entwickelnde Dampf steigt durch die vordere geräumige Wasserkammer und den weiten Verbindungsstutzen in den Oberkessel. Durch

einen an dieser Stelle eingebauten, mit Deckel und Überlaufblech versehenen Trichter, sowie eine bis unter den niedrigsten Wasserspiegel reichende Scheidewand wird der Dampf vom Wasser im vorderen Teile des Oberkessels getrennt. Der auf diese Weise vom Wasserspiegel abgehobene Dampf streift an den ⊔ Eisenrinnen der Scheidewände das Spritzwasser ab und passiert, nach der höchsten Stelle des Dampfdomes geführt, einen in diesen eingebauten Spezial-Apparat, sodass der Dampf trocken abzieht. Durch die Anordnung der erwähnten Scheidewände wird im hinteren Teile des Oberkessels eine für Nachverdampfung günstige ruhige Oberfläche erzeugt. Das im Oberkessel nach hinten fliessende Wasser tritt durch den hinteren Verbindungsstutzen und die hintere Wasserkammer in die dünnwandigen Siederöhren, von wo dasselbe durch die vordere Kammer und den Verbindungsstutzen nach dem Oberkessel gelangt, sodass eine stete Zirkulation des Gesamtkesselinhaltes und damit eine schnelle Dampfentwickelung geschaffen wird.

Das Speisewasser passiert ein weites, im Oberkessel liegendes Vorwärmerohr und tritt daher kochend im oberen Teile dieses letzteren aus. Die Kesselstein bildenden Beimischungen fallen naturgemäss an dieser Stelle als Schlamm aus, welcher durch den Umlauf des Wassers nach hinten geschwemmt, durch mechanische Schlammfänger am Boden des Kessels gehalten und während des Betriebes durch ein Ventil abgeblasen werden kann.

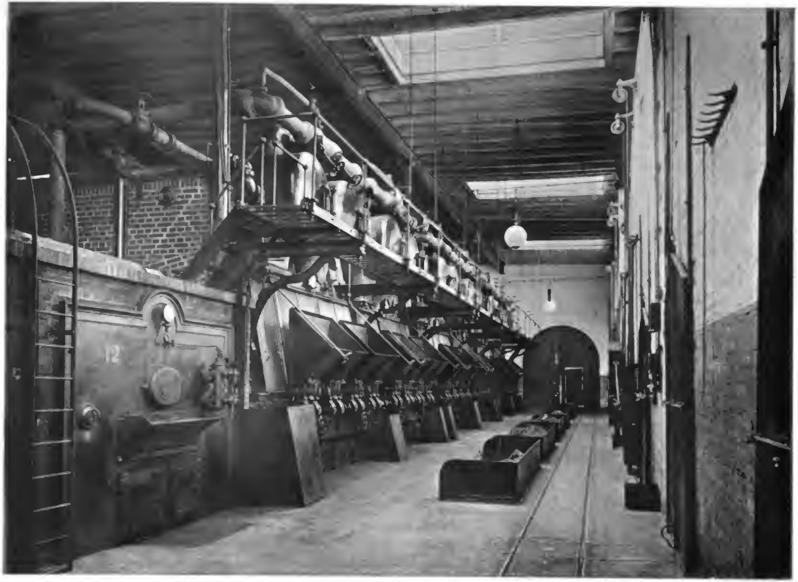
Der ganze Kessel ruht vorn auf einem soliden, eisernen Traggestell und ist hinten auf Rollen gelagert, um der Ausdehnung Rechnung zu tragen, während etwaige Differenzen in der Ausdehnung des Oberkessels und des Rohrsystems durch die Elastizität des hinteren Rücklaufstutzens ausgeglichen werden. Die Heizgase werden durch eiserne Zugplatten so geführt, dass dieselben die Rohre möglichst allseitig, gleichmässig und senkrecht treffen.

Der Oberkessel ist den bestehenden Verhältnissen entsprechend gross gewählt und ist durch eine gemauerte, feuerfeste Decke von dem Rohrsystem getrennt.

Die von der Firma G. Kuhn in Stuttgart-Berg gelieferte Kesselanlage besteht aus 3 Grossraum-Wasserröhrenkesseln mit Schrägrost von je 400 qm Heizfläche und 6,48 qm Rostfläche und ist für 15 Atmosphären Arbeitsdruck gebaut.

Jeder Kessel setzt sich aus drei nebeneinander angeordneten Elementen zusammen, von denen jedes eine vordere und eine hintere aufrecht stehende zylindrische Wasserkammer besitzt, die durch drei schrägliegende Röhrenbündel und einen horizontalen Oberkessel mit einander verbunden sind.

Elektrizitätswerk I.




Westliches Kesselhaus.

Quer unter den vorderen Wasserkammern und mit diesen verbunden, sind zwei Quersieder angeordnet, unter welchen der schräge Rost liegt, dergestalt, dass der grössere der beiden Quersieder die Feuerbrücke bildet. Links und rechts neben dem Rost liegen zwei Seitensieder, die unten durch einen Querkessel untereinander verbunden sind, der gleichzeitig als Schlammfänger dient. Die Röhren der vorgenannten Röhrenbündel sind in zylindrischen Stutzen eingewalzt, während die Oberkessel durch einen gemeinsamen Dampfsammler mit einander in Verbindung stehen. Letzterer trägt die Anschlussstutzen und Abschlussorgane für die Rohrleitungen und die Sicherheitsventile.

Durch die schräge Lage des Rostes und die Anordnung der Quersieder wird die zur rauchfreien Verbrennung erforderliche Rückbrennung erzielt; die Kohle rutscht der fortschreitenden Verbrennung entsprechend auf dem Rost selbsttätig abwärts und wird, ehe sie in die Brennzone gelangt, vorgewärmt und allmälig vergast. Die Heizgase sind gezwungen, sich mit der Verbrennungsluft innig zu mischen, wodurch eine gute Verbrennung erreicht wird. Die Fülltrichter der Feuerung liegen wenig über Flurhöhe, die neben dem Trichter anfahrenden Kohlenwagen werden direkt in denselben entleert.

In dem in diesen Kesseln vorhandenen grossen Wasserraum ist ein Wärmespeicher geschaffen, der rasch auf kurze Zeit eine grosse Menge Dampf abgeben kann.

Zur Entfernung des unvermeidlichen Russansatzes an den Röhren, sind besondere Russabblasevorrichtungen vorgesehen.

Jeder Kessel ist mit einem Überhitzer ausgerüstet, der aus zwei Rohrschlangensystemen besteht, welche in die Feuerzüge eingebaut und an über den Kesseln angeordneten Sammelröhren angeschlossen sind.

Von einer Beschreibung der Cornwallkessel wird Abstand genommen, da dieselben ausser Betrieb gesetzt sind und demnächst demontiert werden.

Die von der Firma L. & C. Steinmüller in Gummersbach gelieferte Kesselanlage besteht aus 6 Wasserröhrenkesseln von je 311,5 qm Heizfläche und 7,63 qm Rostfläche. Jeder der Kessel ist mit 2 Oberkesseln von je 6500 mm Länge und 1200 mm Durchmesser, sowie mit einem ausschaltbaren Überhitzer von 72 qm Heizfläche ausgerüstet.

Das nach vorne geneigt liegende Röhrenelement setzt sich zusammen aus 200 patentgeschweissten, schmiedeeisernen Röhren von 5000 mm Länge, 95 mm äusserem Durchmesser und 3,5 mm Wandstärke, welche in zehn Reihen von je 20 Rohren, vorne und hinten in schmiedeeisernen, geschweissten Wasserkammern eingewalzt sind.

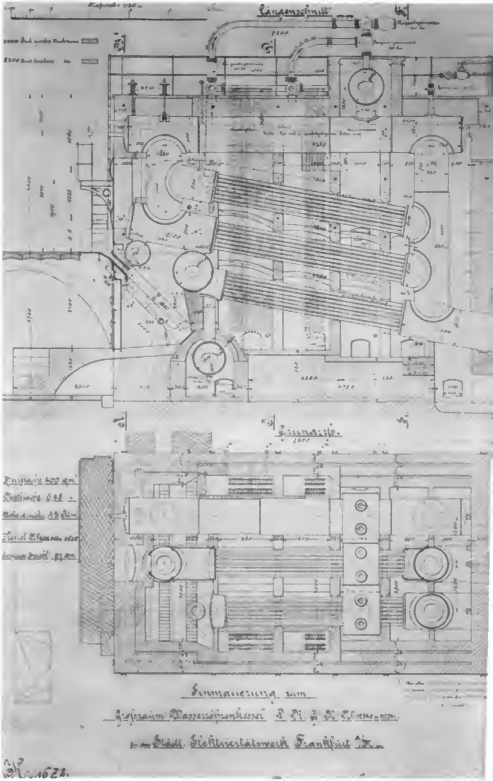
Das Röhrenelement steht vorne und hinten mittelst dieser Wasserkammern mit den beiden darüberliegenden Oberkesseln in direkter Verbindung.

Der Rost befindet sich unter diesem Röhrenbündel. Die Wirkungsweise des Kessels ist folgende: Sofort nach dem Anheizen steigt das erwärmte und deshalb leichtere Wasser mit den sich bildenden Dampfbläschen aus dem Röhrenbündel durch die vordere Wasserkammer in den Oberkessel, ohne jedoch mit dem Wasser desselben in Berührung zu kommen oder dasselbe aufzuwühlen. Von diesem in den Oberkessel eintretenden Gemisch von Wasser und Dampf fliesst ein Teil des Wassers durch ein nahe am Boden des Oberkessels liegendes Rohr sofort in die hintere Wasserkammer zurück, während der Dampf mit dem Rest des Wassers in einen langen, horizontalen, im Oberkessel befindlichen Kasten geleitet wird, dessen Boden eine Anzahl Querschlitze besitzt. In diesem Kasten trennen sich die Wassertropfen vom Dampf, fallen vermöge ihrer Schwere auf den Boden und vereinigen sich zu einer ruhig fliessenden Verdampfungsmasse, aus welcher der Rest des Dampfes, ohne Wasser mitreissen zu können, entweicht. Das dampffreie Wasser fällt durch die Querschlitze auf den Wasserspiegel des Oberkessels und fliesst zusammen mit dem Speisewasser durch den hinteren Verbindungsstutzen den Röhren wieder zu. Dieses dampffreie Wasser drängt das in dem Röhrenelement befindliche, bedeutend leichtere Gemisch von Wasser und Dampf vor sich her, und erzeugt so einen starken, natürlichen und stossfreien Wasserumlauf.

Der Überhitzer besteht aus einer geteilten schmiedeeisernen Kammer, deren Abteilungen durch 77 U-förmig gebogene nahtlose Stahlrohre von 38 mm äusserem Durchmesser, $2^1/_4$ mm Dicke und 7700 mm Gesamtlänge mit einander in Verbindung stehen.

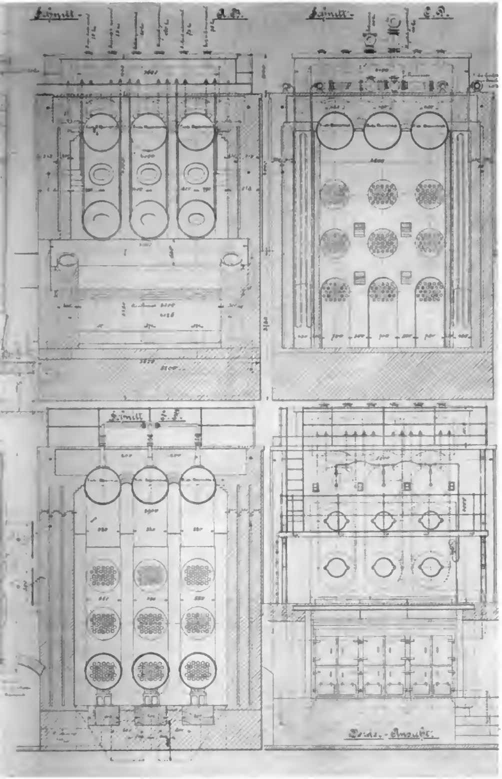
Der gesättigte Dampf strömt durch das Zuleitungsrohr in die erste Kammerabteilung, von da durch das von den heissen Gasen umgebene Röhrenbündel, in welchem der Dampf überhitzt wird, in die zweite Kammerabteilung und aus letzterer in die Hauptdampfleitung. Eine einfache Einrichtung zwingt den Dampf sich auf jedes einzelne Rohr gleichmässig zu verteilen.

Diese Einrichtung besteht in der Anordnung von, in die Rohre hineinragenden Plättchen oder Bolzen, welche die Rohröffnung derart verengen, dass nur ein ringförmiger Spalt zwischen dem Plättchen und dem Rohrinnern frei bleibt. Die Gesamtsumme dieser Spaltöffnungen ist gleich dem Querschnitt des Zuleitungsrohres. Da der Querschnitt der Überhitzerrohre ungefähr zehnmal grösser ist, als derjenige der Spaltöffnungen und somit deren Gesamtquerschnitt zehnmal grösser als derjenige des Zuleitungsrohres, ist die Geschwindigkeit des



Grossraum-Wasserrohrkessel von 400 qı
von G. Kı

äts-Werk I.



Heizfläche und 100 qm Überhitzerheizfläche
hn, Stuttgart.

Dampfes in erstgenannten zehnmal kleiner. Wenn die mittlere Geschwindigkeit des Dampfes im Zuleitungsrohr 20 Meter pro Sekunde beträgt, so strömt der Dampf in den Überhitzerrohren mit einer Geschwindigkeit von nur 2 Meter pro Sekunde. Er bleibt also lange im Überhitzer und findet Zeit sich kräftig zu überhitzen.

Die Betriebssicherheit des Steinmüllerüberhitzers ist, da derselbe leicht zerstörbare Teile oder im Feuer liegende Verbindungen nicht besitzt, gleichfalls gross, und sind Betriebsstörungen nicht zu befürchten; selbst beim Aufplatzen eines Rohres aus irgend einem Grunde kann eine solche nicht eintreten, da in diesem Falle nur wenig Dampf durch den feinen ringförmigen Spalt entweichen kann.

Die Nietlöcher sind sämtlich gebohrt, die Blechkanten gehobelt, während die Nietung auf hydraulischem Wege erfolgt ist. Die Wasserkammern sind geschweisst. Die Gesamtbreite der Kesselbatterie beträgt 26 738 mm, die Tiefe 5700 mm und die Entfernung von Fussbodenhöhe bis Mitte der über den Kesseln befindlichen Hauptleitung 6110 mm. Auf diesem Flächenraum von rund 152 qm werden bei normalem Betriebe stündlich 32 400 kg Dampf von ca. 300 ° C. erzeugt bei Verwendung von Ruhrkohlen von 7500 Calorien Heizwert.

Die Beschickung der Kessel findet auf mechanischem Wege vermittelst Leach-Apparaten statt. Die Rostfläche eines jeden Kessels beträgt 7,63 qm.

Gleichzeitig mit dieser Kesselanlage wurden zwei Vorwärmer von L. & C. Steinmüller beschafft und hinter den Steinmüller-Kesseln über dem Rauchkanal aufgestellt. Jeder dieser Vorwärmer besitzt 333 qm Heizfläche und besteht aus 220 horizontal liegenden Röhren von 95 mm äusserem Durchmesser und 5000 mm Länge. Die Röhren sind in 11 Reihen übereinander und in 20 Reihen nebeneinander angeordnet. Die Vorwärmer sind 5700 mm lang, 4360 mm breit und 3200 mm hoch und erwärmen das Wasser auf 80—100 ° C. Sie sind für 10 Atmosphären gebaut und können vermittelst Schieber während des Kesselbetriebes ausgeschaltet werden, zu welchem Zweck auch eine Umgangsleitung für das Speisewasser vorhanden ist.

## 3. Rohrleitungen.

Die im ersten und zweiten Ausbau aufgestellten 12 Cornwallkessel, von welchen zur Zeit 6 Stück gegen Grossraum-Wasserrohrkessel ausgewechselt sind, während die 6 übrigen auf der westlichen Kesselhausseite wegen ihres

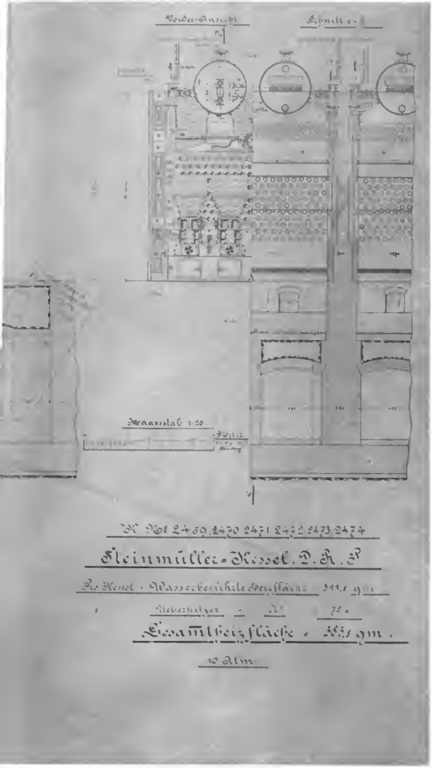
niedrigen Druckes und ihrer geringen Heizfläche ausser Betrieb gesetzt sind, standen durch eine Rohrleitung von 125 mm Durchmesser mit einem Dampfsammler in Verbindung, welcher im Keller des Maschinenhauses parallel zu der Kesselhausfront aufgestellt war. Dieser Dampfsammler ist zur Zeit noch in Betrieb, soll jedoch wegen der bedeutenden Kondensationsverluste, welche mit dem Übergang zu überhitztem Dampf auftraten, gelegentlich durch eine Rohrleitung ersetzt werden. Der Dampfsammler besteht aus zwei Teilen von je rund 20 m Länge und 630 mm Durchmesser, welche durch ein Expansionsrohr mit einander verbunden sind. Die von dem Dampfsammler nach den vier 750 P. S.-Maschinen führenden Dampfleitungen haben einen Durchmesser von 200 mm.

Die am östlichen Ende des Dampfsammlers anschliessende Leitung für die 6 Wasserrohrkessel der Firma Simonis & Lanz ist von dem Anschlusspunkt aus als Ringleitung von 300 mm lichter Weite ausgebildet, deren eine Hälfte im Kesselhaus liegt, während die andere Hälfte die Verlängerung des Dampfsammlers im Keller des Maschinenhauses bildet. An der im Kesselhaus liegenden Hälfte stehen die 6 Simonis-Kessel durch Rohre von 175 mm lichter Weite in Verbindung, während die andere Hälfte mit den beiden im dritten und vierten Ausbau aufgestellten 1500 P. S.-Maschinen durch Rohre von 275 mm lichter Weite verbunden ist. Die gleiche Anordnung ist auf der Westseite für die 6 Wasserrohrkessel der Firma Steinmüller und zwei weitere 1500 P. S.-Maschinen getroffen worden.

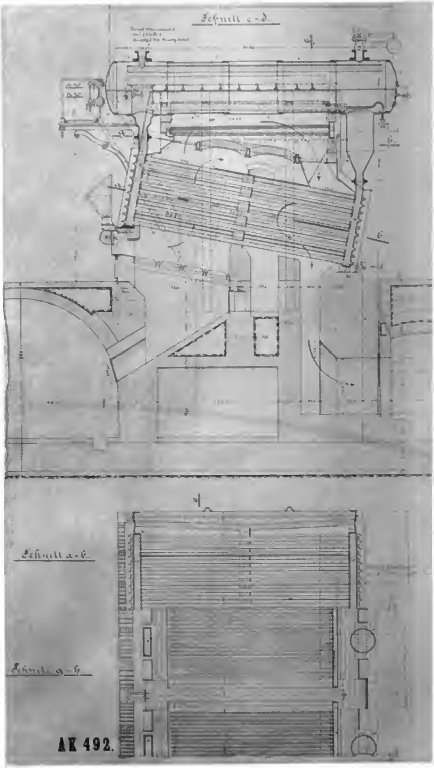
Mit der Aufstellung der Grossraum-Wasserrohrkessel im östlichen Teil des Kesselhauses wurde dieser Teil der Rohrleitung einem teilweisen Umbau unterzogen. Da die Sicherheitsventile dieser Kessel, je nachdem dieselben auf die neu aufgestellte Dampfturbine oder auf die Kolbendampfmaschinen arbeiten, entweder auf 15 oder auf 10 Atmosphären eingestellt werden, so wurden diese Kessel einmal durch Leitungen von 125 mm lichter Weite direkt mit dem vorhandenen Dampfsammler bezw. der Ringleitung für die Simonis-Kessel, ausserdem durch eine Leitung von 250 mm mit der Dampfturbine verbunden. Ferner steht diese Leitung für 15 Atmosphären vermittelst Absperr-, Sicherheits- und Reduktionsventil noch mit der Hauptleitung für 10 Atmosphären Druck in Verbindung, eine Anordnung, die sich bisher gut bewährt hat. Das Material der Dampfleitungen für 10 Atmosphären Druck besteht aus Schmiedeeisen, während für die Turbinenleitung Stahlrohre zur Verwendung kamen.

Die ältere Rohranlage besitzt glatte, aufgeschweisste Flanschen, die westliche Erweiterung glatte, lose Flanschen und aufgewalzte Börtel, während

ts-Werk I.




äche und 72 qm Überhitzerheizfläche
Steinmüller.




Wasserrohrkessel von 311,5 qm He
von L. und (

die Hochdruckleitung mit aufgeschweissten Börteln und losen Flanschen mit Nut und Feder versehen ist.

Die Versorgung der Kesselanlage mit Speisewasser nimmt ihren Ausgang von dem bereits eingangs erwähnten Kondenswassersammelbrunnen im Hafengelände.

Im Keller des Maschinenhauses ist von der Ausgussleitung der Maschine II, welche in den Sammelbrunnen einmündet, eine Rohrleitung abgezweigt und bis in den zwischen die beiden Kesselhaushälften angeordneten Pumpen- und Wasserreinigerraum geführt.

Dieser Rohrleitung entnehmen zwei im Kellergeschoss des Pumpenraumes aufgestellte Zubringepumpen das Speisewasser und fördern dasselbe in den Verteilungskasten der Wasserreinigungsanlage. Die Pumpen sind von der Worthington-Pumpen Compagnie geliefert und leisten je 70 cbm in der Stunde. Jede derselben besitzt 2 Hochdruckzylinder von je 190 mm Durchmesser mit 2 doppelwirkenden Kolben von je 178 mm Durchmesser bei einem gemeinschaftlichen Hub von 250 mm.

Da die Wasserreinigung, welche anfangs nach System Reichling mit kohlensaurem Natron (kalzinierter Soda) vorgenommen wurde, sich für hiesige Wasserverhältnisse als unbrauchbar erwies, wurde vorübergehend zur Reinigung mit kaustischer Soda (Ätznatron) übergegangen. Hierbei machte sich jedoch bald ein bedeutender Verschleiss an den Ventilen bemerkbar und man entschloss sich daher zur Reinigung mit Soda und Kalk überzugehen, nachdem eine Reihe von Analysen die Zweckmässigkeit dieser Methode ergeben hatte. Zu diesem Zwecke wurde ein Kalksättiger der Firma Reisert aufgestellt. Das Wasser wird nunmehr vermittelst dieser Zusätze bis auf 2—3° enthärtet und hat seit dieser Zeit weder festen Kesselstein abgesetzt, noch zu auffälliger Abnützung der Armaturen Anlass gegeben. Die Wasserreinigungsanlage besteht aus einem Wasser-Verteilungsbehälter, einem Kalksättiger, einem Sodalaugebehälter, sowie zwei Reinigungszylindern. An der verlängerten Kolbenstange der Zubringepumpe ist eine kleine Sodalaugepumpe angebracht, welche stets eine der geförderten Wassermenge proportionale Sodalaugemenge aus dem Sodabehälter ansaugt und in den Mischraum der Reinigungszylinder drückt. Von dem Verteilungsbehälter fliesst ein Teil des Wassers durch den Kalksättiger nach dem Mischbehälter der Reinigungszylinder, während der grössere Teil direkt in denselben fliesst. Die Reinigungszylinder sind zylindrische Gefässe von 3100 mm Durchmesser und 11 000 mm Höhe. Jeder Zylinder reicht aus für die Reinigung von 35 cbm Wasser in der Stunde und ist in seiner Höhe in 5 Abteilungen geteilt.

Der oberste Teil bildet den Mischbehälter, welchem das ungereinigte Wasser, sowie die Soda und Kalklösung zuläuft. Von hier aus fliesst das Wasser nach dem zweiten Raum über einige durchlöcherte Platten, gegen welche von unten der Abdampf der Zubringepumpen strömt. Von diesem Raume gelangt das Wasser durch ein in der Zylinderaxe angeordnetes Fallrohr in den untersten Raum, wo es seine Richtung wechselt und hintereinander zwei Holzwollfilter durchfliesst, um sich im dritten Raum als gereinigtes und filtriertes Wasser anzusammeln. Dadurch, dass das Wasser im untersten Raum seine Strömungsrichtung plötzlich wechselt und ausserdem infolge der Querschnittsvergrösserung bedeutend an Geschwindigkeit verliert, setzt sich der grösste Teil des Schlamms unten ab und kann durch einen Schlammhahn abgelassen werden. Am Reinwasserraum ist noch ein Schwimmerventil angebracht, welches den Wasserzufluss nach den Filterräumen reguliert.

Von dem Reinwasserraum fliesst das Wasser den Speisewasserreservoiren zu, von welchen vier Stück für je 20 cbm Inhalt auf jeder Seite des Kesselhauses aufgestellt sind und an welche die Speisepumpensaugleitungen anschliessen.

In diesen Reservoiren wird das Wasser durch den Abdampf der Speisepumpen auf 50—60° C. vorgewärmt. Die Speisedruckleitung ist als fast durchgehende Ringleitung ausgebildet und besteht aus schmiedeeisernen Rohren von 125 mm lichter Weite mit aufgeschweissten glatten Flanschen. Im Wasserreinigungsraum stehen mit der Druckleitung vier liegende Schwungradspeisepumpen für je 20 cbm Wasser pro Stunde von der Firma Kuhn in Verbindung. Diese Pumpen sind doppelwirkend mit durchgehender Kolbenstange und gemeinschaftlichem Rahmen für Dampf- und Pumpenzylinder. Das Schwungrad wird durch eine Pleuelstange vom Kreuzkopf aus seitlich betrieben.

Zu beiden Seiten dieser Pumpengruppe sind Kolbenwassermesser für 30—40 cbm Durchflussmenge pro Stunde aufgestellt. Ausser dieser Speiseeinrichtung sind am östlichen und westlichen Ende des Kesselhauses noch je eine Speisepumpe, zwei Injektoren und ein Wassermesser aufgestellt.

Die östliche Pumpe ist von der Oddesse-Dampfpumpenfabrik geliefert und leistet bei 75 Doppelhuben 30 cbm pro Stunde. Sie besteht aus 2 Dampfzylindern von je 200 mm Durchmesser und 2 Pumpenzylindern von 130 mm Durchmesser. Der gemeinschaftliche Hub beträgt 150 mm.

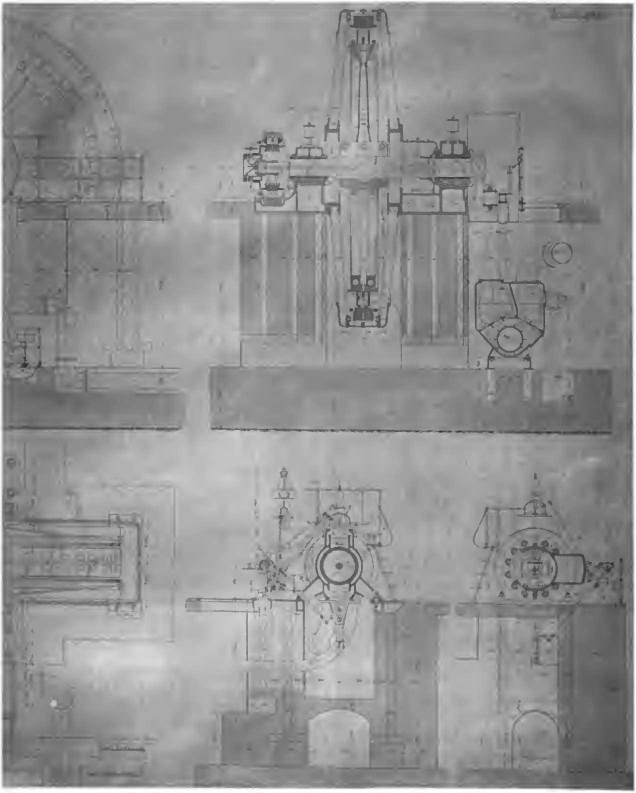
Die westliche Speisepumpe ist von der Worthington-Pumpen Compagnie geliefert und leistet ebenfalls 30 cbm in der Stunde. Der Durchmesser der Dampfzylinder beträgt 229 mm, derjenige der Pumpenzylinder 133 mm bei einem gemeinschaftlichen Hub von 250 mm.

Elektrizitätswerk I.



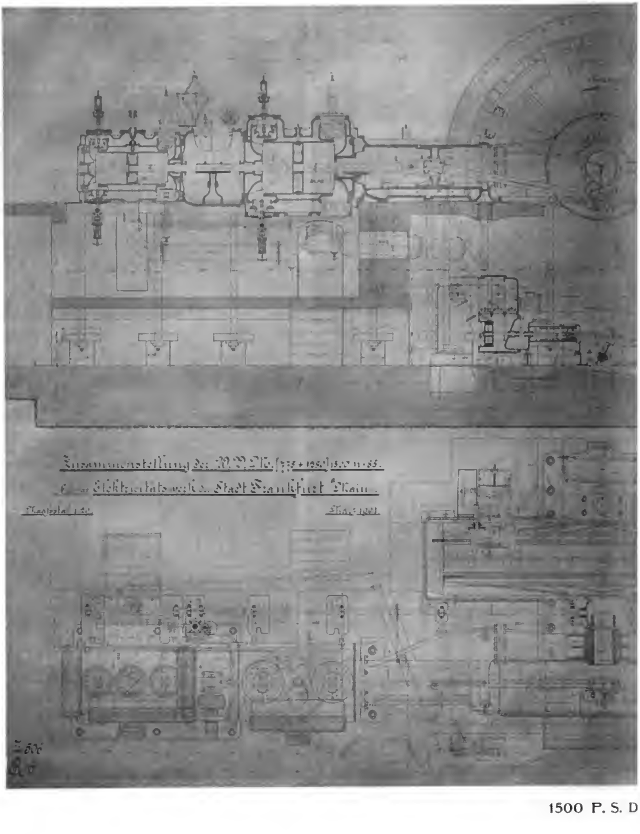
Wasserreinigungsanlage.
(Östlicher Teil.)

:s-Werk I.



mpfdynamo.

Elektrizität



1500 P. S. D

Diese Pumpe drückt das Speisewasser entweder direkt oder durch die oben beschriebenen Vorwärmer in die Kessel.

Zum Betrieb der Grossraum-Wasserrohrkessel mit 15 Atmosphären besteht noch eine besondere Speiseeinrichtung, bezüglich deren Beschreibung auf diejenige der Kondensations-Anlage für die Turbodynamo verwiesen sei.

## 4. Maschinenanlage.

Die Maschinenanlage besteht zur Zeit aus folgenden Maschinensätzen:

1. vier Dampfdynamos für je 522 K. W. effektiv.
2. vier Dampfdynamos für 1030 K. W. effektiv.
3. eine Turbodynamo für 3000 K. W. effektiv.

Die vier 522 K. W. Dampfdynamos sind in der Mitte des Maschinenhauses aufgestellt und bilden die zuerst errichtete Anlage des ersten und zweiten Ausbaues.

Die Dampfmaschinen sind liegende Tandem-Verbundmaschinen von der Firma G. Kuhn für 560 P. S. effektiv normal und 750 P. S. effektiv maximal bei 8 Atmosphären Anfangsspannung und 85 Umdrehungen pro Minute. Die Maschinen besitzen zwangläufige Ventilsteuerung System Kuchenbecker; die Hochdrucksteuerung wird durch den Regulator verstellt, während die Niederdrucksteuerung fest eingestellt ist. Die Dampfzylinder sowie der Aufnehmer sind mit Dampfmänteln umgeben. Die Durchmesser der Zylinder betragen 620 beziehungsweise 960 mm bei einem Hub von 1200 mm. Das Verhältnis der Zylinderinhalte ist demnach 1:2,7 und die Füllung beträgt bei normaler Leistung 18 %, bei maximaler Leistung 27 % im Hochdruckzylinder.

Das Schwungrad hat ein Gewicht von 28000 kg und einen Durchmesser von 4,8 m. Der Schwungradantrieb erfolgt vermittelst gekröpfter Welle, welche dreimal gelagert ist. An dem einen Ende der Welle ist eine Kurbelscheibe zum Antrieb der im Keller des Maschinenhauses senkrecht aufgestellten Kondensationspumpe aufgesetzt.

Die Dynamomaschine ist von der Firma Brown, Boveri & Co. geliefert und leistet im Maximum 522 K. W. bei 3000 Volt einphasigem Wechselstrom.

Die Magnetpole sind direkt auf das Schwungrad der Dampfmaschine gesetzt und derart befestigt, dass sie durch Lösen einer einzigen Schraube bequem demontiert werden können. Die Zahl der Magnetpole beträgt 64; dies entspricht bei 85 Umdrehungen pro Minute einer sekundlichen Periodenzahl

von 45,3. Der Eisenkern, sowie der angeschmiedete Polschuh sind nicht lamelliert. Die Magnetwicklung besteht aus blankem hochkant gewickeltem Flachkupfer mit Papiereinlage zwischen den benachbarten Windungen. Die Stromzuführung erfolgt vermittelst zweier Schleifringe, welche um die Welle gebaut sind.

Der Armaturkranz besteht aus vier halbkreisförmigen Teilen, welche zu zwei radförmigen Ringen mit einander verschraubt sind und vermittelst zweier Tragringe auf zwei direkt an den Rahmen angegossene zylindrische Ansätze drehbar aufgesetzt sind. Zwei lösbare Fundamentbolzen auf jeder Seite der Maschine halten den Armaturkranz in seiner Lage.

In diesem Armaturkranz sind 16 Segmente aus lamelliertem Eisenblech eingebaut, von welchen jedes vier Wechselstromspulen enthält.

Durch diese Unterteilung der Wicklung, sowie die Drehbarkeit des Kranzes ist eine rasche Auswechselbarkeit defekter Spulen ermöglicht.

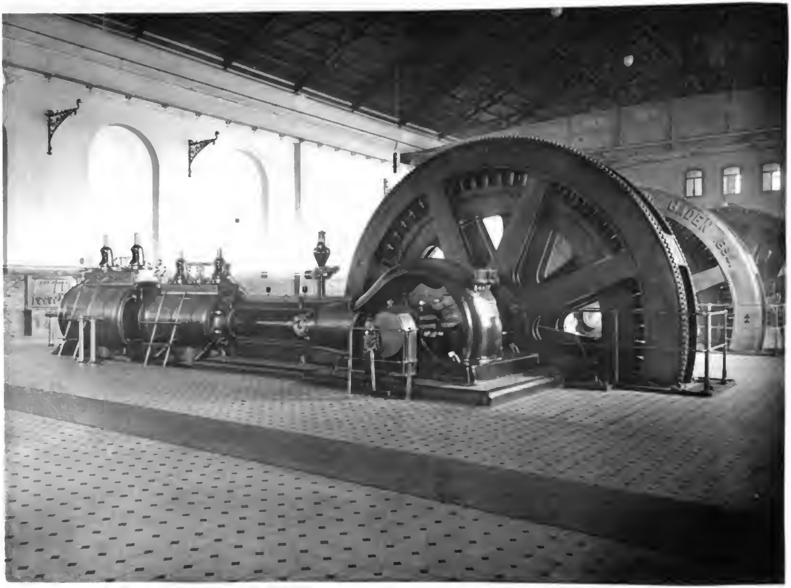
Um die Welle ist in der Verlängerung über das Dynamolager hinaus die Erregermaschine gebaut, welche als Hauptstrommaschine sechspolig ausgeführt ist und ca. 190 Ampère bei 80 Volt Spannung ergiebt.

Eine mit dieser Dampfdynamo vorgenommene Abnahmeprüfung ergab einen Dampfverbrauch pro Kilowattstunde an der Schalttafel gemessen von 11,5 kg bei 560 P. S. und 11,87 kg bei 750 P. S.

Die hierauf zur Aufstellung gelangten vier Dampfdynamos von je 1500 effektiven P. S. sind von der Firma Gebrüder Sulzer beziehungsweise Brown, Boveri & Co. geliefert worden.

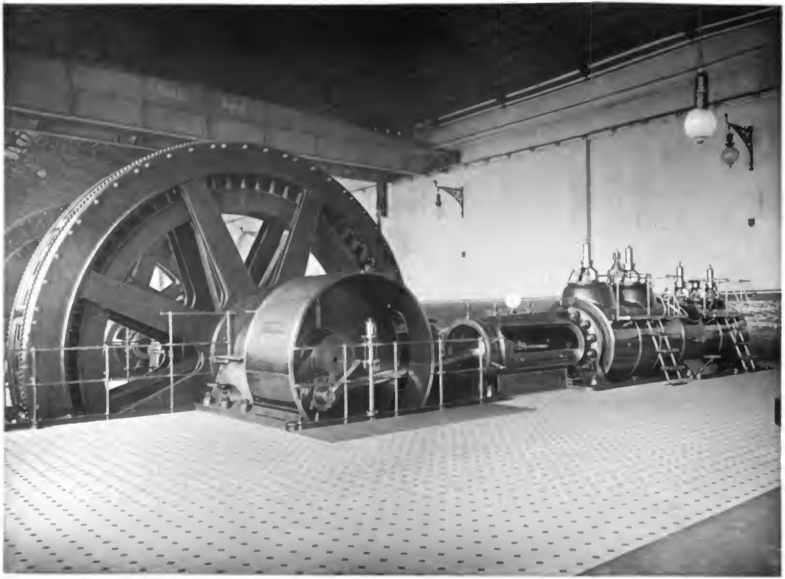
Die Dampfmaschinen sind ebenfalls liegende Tandem-Verbundmaschinen und für 9 Atmosphären Betriebsdruck und überhitzten Dampf von 250° C. gebaut. Abweichend von der Kuhn'schen Anordnung der Zylinder liegt bei den Sulzermaschinen der Niederdruckzylinder vorn und ist unmittelbar an den Führungsbalken geschraubt, während der dahinter liegende Hochdruckzylinder durch ein Zwischenstück mit dem Niederdruckzylinder verbunden ist. Durch diese Anordnung wird der Führungsbalken wenig erwärmt und die Ausdehnung des Hochdruckzylinders macht sich nur durch die Verschiebung desselben nach hinten bemerkbar. Das Zwischenstück und das hintere Ende des Hochdruckzylinders sind durch angegossene Füsse gegen die gusseisernen Grundplatten abgestützt und mit ihnen so verbunden, dass sie der Ausdehnung folgen können. Da möglichst geringer Verbrauch sowohl bei gesättigtem wie bei überhiztem Dampf von rund 250° C. verlangt war, sind beide Zylinder mit Dampfmänteln versehen, die von dem im betreffenden Zylinder arbeitenden

Elektrizitätswerk I.



750 P. S. Dampfdynamo.

Elektrizitätswerk I.



1500 P. S. Dampfdynamo.

Dampf vor Eintritt in den Zylinder durchströmt werden. Die Laufflächen aus besonders widerstandsfähigem Gusseisen sind eingesetzt.

Jeder Zylinder wird durch vier entlastete einsitzige Ventile gesteuert. Die Dampfkolben haben je drei selbstspannende Ringe; die gemeinsame Kolbenstange ist im Zwischenstück durch ein langes nachstellbares Traglager unterstützt. Der Niederdruckkolben sowie die gegen die Mitte zu gerichteten Deckel beider Zylinder sind durch die grosse Öffnung des Mittelstückes bequem zugänglich; besondere Vorrichtungen erleichtern die Arbeit des Ein- und Ausbauens dieser Teile. Der Maschinenbalken ruht mit drei Füssen auf dem Unterbau und zwar unter dem Kurbelwellenlager, dem vorderen Ende der Kreuzkopfführung und dem hinteren Ende derselben unter dem Tragring des Niederdruckzylinders. Der Fuss des Kurbellagers ist gegen die Dynamomaschine zu verlängert und hier zu einem hohlen Tragzapfen ausgebildet, der gleichachsig mit dem Kurbellager abgedreht ist und auf welchem die feststehende Armatur der Dynamo drehbar gelagert ist. Einen gleichen Tragzapfen hat auch das zweite Kurbelwellenlager, sodass die Armatur zur Überwachung und Reinigung um diese Zapfen gedreht werden kann.

Der angegossenen Tragzapfen wegen ist der Maschinenbalken aus zwei Teilen hergestellt, die mittels kräftiger Flansche unmittelbar mit der gleichachsig mit dem Zylindermittel ausgebohrten Kreuzkopfführung verbunden sind. Das Kurbellager hat vierteilige, seitlich mit Keilen nachstellbare Lagerschalen, während das äussere Wellenlager nur zweiteilige Schalen besitzt. Die Laufflächen beider sind mit Weissmetall ausgegossen.

Die äussere Steuerung aller Ventile wird durch eine parallel zur Maschinenachse gelagerte und von der Kurbelwelle durch Kegelräder angetriebene Steuerwelle betätigt. Die Einlassventile des Hochdruckzylinders werden durch eine Auslössteuerung bewegt, die vom Regulator innerhalb der Füllungsgrenzen 0 und 60 vom Hundert eingestellt wird, alle übrigen Ventile dagegen durch unrunde Scheiben. Der Regulator kann durch Füllen und Entleeren eines Wassergefässes, welches an dem Regulatorhebel aufgehängt ist, für verschiedene Umlaufzahlen eingestellt werden. Die Antriebsvorrichtung zu den hierfür angeordneten Wechselventilen wird von der Schalttafel aus bedient.

Die Kurbelwelle ist der Länge nach durchbohrt und trägt am äusseren Wellenende den Anker der Erregermaschine, welcher auf dem verbreiterten Fuss des zweiten Wellenlagers befestigt ist. Die Kabel für den Erregerstrom werden durch die Wellenbohrung in das Schwungrad geleitet. Das Rad hat

6100 mm Durchmesser und dient an seinem Umfange zur Befestigung der 64 Magnetpole. Das Gesamtgewicht von Rad und Magnetpolen beläuft sich auf 60 Tonnen.

Die Luftpumpe ist im Keller unter der Kurbel aufgestellt und wird vom verlängerten Kurbelzapfen aus mit Schubstange und Winkelhebel angetrieben. Sie ist liegend angeordnet und doppelwirkend bei 500 mm Bohrung und 600 mm Hub. Der Kolben hat Holzliderung. Die Stopfbüchsen der Kolbenstangen sind in angegossenen Wasserbehältern unter Wasserverschluss gehalten. Als Ventile dienen runde Gummiklappen. Die Pumpe ist so tief gesetzt, um auch bei niedrigstem Wasserstande nicht mehr als 7,5 bis 8 m Saughöhe zu haben. Die Einspritzung erfolgt gesondert für jede Pumpenseite.

Zur Schmierung der Dampfzylinder dienen Kolben-Ölpumpen, für die Kurbellager Umlauf-Ölpumpen, welche stets dasselbe Öl in grosser Menge durch die Lager strömen lassen. Alle Schmiervorrichtungen sind während des Ganges zu bedienen. An den Zylindern sind Geländer und Auftritte angebracht, um die oberen Steuerteile bequem zugänglich zu machen.

Damit die Maschine leicht angedreht werden kann, ist eine mit einer kleinen Zwillingsdampfmaschine versehene Umdrehvorrichtung vorhanden, die auf einem gusseisernen Bett so verschiebbar ist, dass sie im eingerückten Zustand in einen Zahnkranz des Schwungrades eingreift, im ausgerückten Zustande dagegen durch eine Gallsche Kette zum Drehen der Armatur auf den erwähnten Tragzapfen benutzt werden kann.

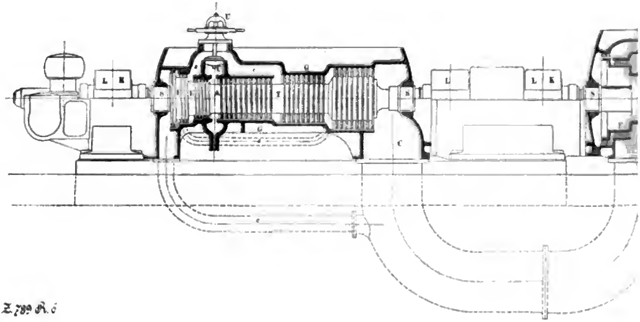
Die Dynamomaschine ist von gleicher Bauart wie die beschriebene 522 K. W. Maschine und leistet 1030 K. W. im Maximum. Die auf der verlängerten Schwungradwelle aufgesetzte Erregermaschine ist eine achtpolige Nebenschlussmaschine für ca. 250 Ampère und 90 Volt.

## 5. Turbodynamo.

Die Turbodynamo, welche nunmehr seit August 1902 arbeitet, ist für einen Admissionsdruck von 13 Atmosphären und überhitzten Dampf von 300° C. gebaut und leistet bei 1360 Umdrehungen in der Minute 2600 K. W. bei 3000 Volt Spannung und einem Leistungsfaktor von 0,8.

Der Strom für die Erregung des rotierenden Magnetfeldes des Alternators wird von einer besonderen Akkumulatorenbatterie mit 120 Volt Klemmenspannung geliefert.

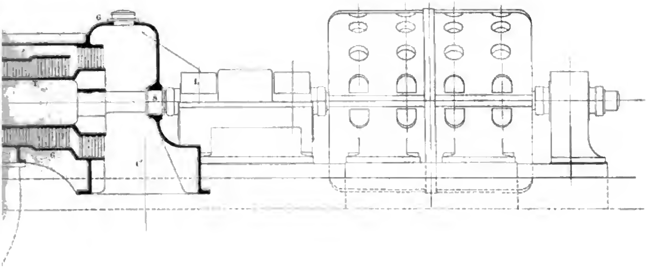
Elektrizit



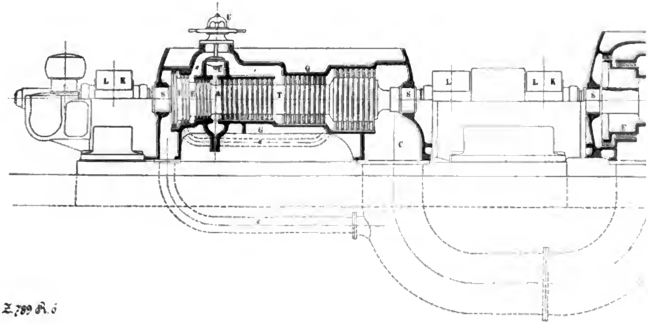
Z.789 R.6

5000 P. S. Dampfturbine

ts-Werk I.



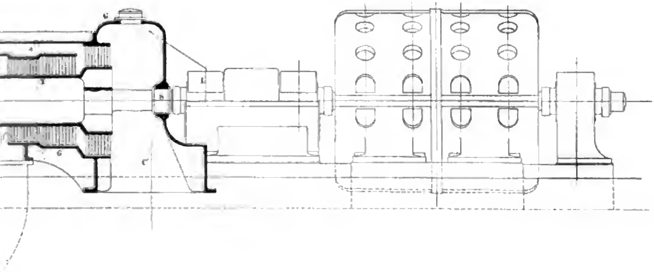
Längsschnitt (schematisch).



Z.789 R.6

5000 P. S. Dampfturbine

ats-Werk I.



: Längsschnitt (schematisch).

Die Dampfturbine, System Brown-Boveri-Parsons, besteht aus zwei hintereinander angeordneten Teilen, die man kurzweg als Hochdruck- und Niederdruck-Zylinder bezeichnet und zwischen welchen ein freies Lager eingebaut ist.

Wie Abbildung 1 zeigt, ist jeder Zylinder eine achsiale Turbine mit voller Beaufschlagung und besteht im Wesentlichen aus einer in zwei Lagern *L L* drehbaren und mit verschiedenen Abstufungen versehenen horizontalen Trommel *T*, die von einem feststehenden ebenfalls entsprechend abgestuften zweiteiligen Gehäuse *G* in einem gewissen Abstande umgeben ist.

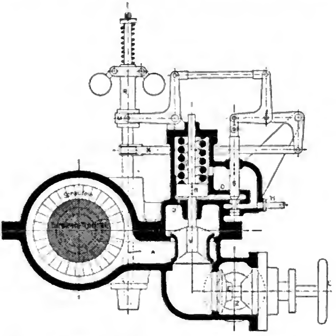


Abb. 2. Steuerungsschema der Parsonsturbine von Brown, Boveri & Co.

In diesem so gebildeten längs der Trommel konzentrisch verlaufenden freien Raum ist eine Anzahl Turbinenräder untergebracht. Die Schaufeln der Leiträder sind an dem äusseren Gehäuse befestigt und in radialer Richtung von aussen nach innen, also gegen die Trommel zu stehend angeordnet, während die Schaufeln der Laufräder, die auf der drehbaren Trommel befestigt sind, radial nach aussen, also gegen das Gehäuse zu stehen. Die letzteren Schaufeln bilden parallele Schaufelkränze, die sich zwischen den feststehenden Leiträdern bewegen. Die Laufräder sind nach aussen und die Leiträder nach innen zu offen.

Der Dampf wird in den Hochdruckzylinder durch ein einziges Ventil *F* (Abbildung 2) eingelassen und zwar in der Weise, dass er auf der Seite des

kleinsten Trommeldurchmessers $A$ (Abbildung 1) einströmt und sich expandierend in achsialer Richtung durch die verschiedenen Turbinenräder bis zum Abflussrohr $C$ nach dem Niederdruckzylinder bewegt. In diesen tritt der Dampf ebenfalls auf der Seite des kleinsten Trommeldurchmessers $A^1$ ein und expandiert, beziehungsweise bewegt sich weiter in ähnlicher Weise bis zum Auspuffrohr $C^1$ nach dem Kondensator. Die gesamte Druckdifferenz zwischen dem Auspuff, beziehungsweise der Kondensatorspannung im Rohr $C^1$ wird also in eine den vorhandenen Räderpaaren entsprechende Anzahl kleinerer Gefälle zerlegt, zum Zwecke eine verhältnismässig niedrige Umfangsgeschwindigkeit der Laufräder zu erzielen.

Der bei $A$ eintretende Dampf erzeugt durch seine Arbeitsleistung, ähnlich wie das Wasser bei den Wasserturbinen, direkt eine rotierende Bewegung. Seine Wirkungsweise kann folgendermassen erklärt werden: Beim Durchströmen des ersten feststehenden Leitrades führt der Dampf eine teilweise Expansion aus und übt dadurch eine Aktionswirkung auf die unmittelbar darauf folgenden Schaufeln des ersten Laufrades aus. In diesen Schaufeln ändert der Dampf seine Richtung, expandiert weiter und strömt in das zweite feststehende Leitrad über. Die bei diesem Vorgange entstehende Reaktionswirkung auf die Laufradschaufeln unterstützt und vermehrt die Aktionswirkung der ersten Beaufschlagung. In dem zweiten Leit- beziehungsweise Laufrad, sowie in den folgenden, wiederholt sich diese Wirkung des Dampfes. Die Parsons-Turbine nützt also sowohl die Expansionsenergie des Dampfes, wie bei den Kolbendampfmaschinen, als auch die bei letzteren möglichst vermiedene Geschwindigkeits- oder Aktionsenergie des strömenden Dampfes aus. Die Wirkung des Dampfes in der Turbine entspricht demgemäss einer rationellen Vereinigung des Aktions- und des Reaktionsprinzipes.

Da das Volumen des durchströmenden Dampfes mit abnehmendem Drucke zunimmt, so ist durch eine stufenweise Vergrösserung der radialen Schaufellänge, sowie des Trommel- beziehungsweise Gehäuse-Durchmessers, die notwendige Vermehrung des Durchflussquerschnittes erzielt worden. Abbildung 1 lässt die stufenweise Vergrösserung der Zylinder deutlich erkennen.

Die Schaufelung selbst ist derart ausgeführt, dass die einzelnen Turbinenräder bei jeder Belastung annähernd gleich viel leisten.

Infolge der oben erwähnten Reaktionswirkung des Dampfes auf die Laufräder entsteht in der Trommel jedes Zylinders ein achsialer Schub in der Richtung des durchströmenden Dampfes. Dieser Schub wird vermittelst der Entlastungskolben $E$, deren Abmessungen den einzelnen Zylinderabstufungen

entsprechen, ausgeglichen. Der Druckausgleich zwischen den einzelnen Abstufungen findet durch die Kanäle *e*, sowie bei der letzten Abstufung des Niederdruckzylinders durch den inneren Hohlraum der Trommel selbst statt. Die Entlastungskolben weisen keine mit dem feststehenden Gehäuse sich reibenden Teile auf; die Dichtung wird bei denselben vermöge der eigenartigen Labyrinthanordnung durch den Dampf selbst bewirkt. Es scheint, dass dabei die Dampfmoleküle, die den rotierenden Teil umgeben, durch die entsprechende Reibung eine Zentrifugalbeschleunigung erfahren und dadurch sozusagen zur Bildung eines Schleiers veranlasst werden, durch den eine genügende Dichtung, beziehungsweise ein gewisser Widerstand gegen das Durchströmen des Dampfes gebildet wird.

Eine ähnliche Dichtung findet beim Austritt der Wellen aus dem Gehäuse beider Zylinder in *S* (Abbildung 1) statt, und verhindert das Eindringen der Luft in die Abdampfrohre beziehungsweise in den Kondensator. Der Dampf, der dazu notwendig ist, wird, wie wir später sehen werden, dem Abdampf der Steuerung entnommen. Diese Dichtung ist so vorzüglich, dass bei Leerlauf der Turbine ein Vakuum von sogar 95—96% des Barometerstandes erhalten werden kann.

Der achsiale Spielraum zwischen den Leit- und Laufrädern beträgt einige mm und wird vermittelst eines Kammlagers am Kopfe jeder Welle bei *K* auf das gewünschte Mass eingestellt. Die zwei Kammlager sind infolge der oben geschilderten Anordnung vollständig entlastet, sowie deren Einstellungen unabhängig von einander; denn die zwei Turbinenwellen sind vermittelst einer besonderen Klauenkupplung gekuppelt, welche ein einige mm betragendes achsiales Spiel gestattet. Der radiale Spielraum zwischen dem festen und dem rotierenden Teile ist ziemlich klein gehalten, immerhin aber gross genug, dass im praktischen Betriebe keine Unzukömmlichkeiten zu erwarten sind.

Die Turbine ist gegenwärtig für Kondensation eingerichtet. Für den Fall aber, dass man später zeitweise mit Auspuff arbeiten wollte, ist ein sogenanntes Umlaufventil *U* (Abbildung 1) am Hochdruckzylinder vorgesehen, durch welches der Admissionsdampf, vermittelst des Kanales *e*, einer grösseren Abstufung der Trommel direkt zugeführt wird. Es wird hiermit dem Admissionsdampf ein grösserer Durchflussquerschnitt geboten, da beim Arbeiten mit Auspuff der Dampfverbrauch für die gleiche Leistung wie beim Arbeiten mit Kondensation naturgemäss eine entsprechende Steigerung erfahren muss.

Der Dampfeintritt erfolgt nicht kontinuierlich, sondern intermittierend mit 170 Admissionen in der Minute. Die Indikatordiagramme (Abbildung 3), welche bei der Einlasskammer *A* (Abbildung 2) aufgenommen wurden, zeigen deutlich die eigenartige Weise der Admission bei verschiedenen Belastungen. (Diese Diagramme sind selbstverständlich nur für den Verlauf des Druckes in der Einlasskammer massgebend. Die Abscissen sind nur eine beliebige Funktion der Zeit, beziehungsweise der eingestellten Geschwindigkeit der Indikatortrommel.)

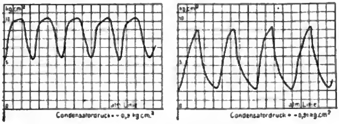


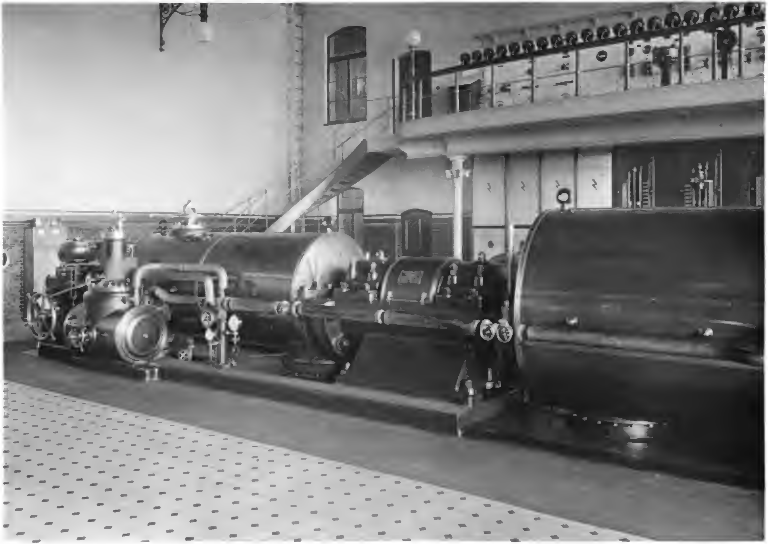
Abb. 3. Admissionsdiagramme bei voller und bei halber Belastung.

Die besondere Admissionsweise des Dampfes wird durch eine ständige Auf- und Niederbewegung des Einlassventils bewerkstelligt, welche Bewegung wieder durch einen Dampf-Servomotor bedingt wird.

Abbildung 2 stellt in schematischer Weise den Mechanismus der Steuerung dar.

Durch das Haupteinlassventil *E* tritt der Dampf in die Ventilkammer ein. Bei gehobenem Ventil kann derselbe von dort aus in die Admissionskammer *A* der Turbine überströmen. Durch die Öffnung *O* in der Ventilkammer gelangt er unter den in einem kleinen Zylinder spielenden Kolben *B*, der auf der Stange des Ventils *V* festgestellt ist. Je nachdem nun der Ausströmungskanal *D* durch den Kolbenschieber *G* mehr oder weniger geschlossen ist, vermag der Dampf den Kolben *B*, beziehungsweise das Ventil *V* unter Überwindung des Widerstandes der Feder *F* zu heben. Der Kolbenschieber *G* führt eine auf- und niedergehende Bewegung aus, die durch den Exzenter *X* bedingt wird. Dieser letztere ist vermittelst einer Schneckenradübersetzung von der Turbinenwelle aus angetrieben, sodass die Anzahl Schwingungsperioden in direktem Zusammenhang mit der Turbinengeschwindigkeit steht. Die mittlere Schwingungslage des Kolbenschiebers wird je nach der Stellung der Muffe des Zentrifugalregulators *R* geändert, welche Änderung sich natürlich auch auf die mittlere Schwingungslage des Kolbens *B* beziehungsweise des Ventils *V* überträgt, ähnlich wie dies bei gewöhnlichen Servomotoren der Fall ist.

Elektrizitäts-Werk I.



5000 P. S. Dampfturbine.

Der Abdampf des Servomotors steht in direkter Verbindung mit dem Zylinderraume oberhalb des Kolbens *B* und strömt durch den Kanal *H* entweder bei Betrieb mit Auspuff ins Freie oder zu den Labyrinthdichtungen der Turbinenwellen in *S* (Abbildung 1). Um eventuell auch direkt auf die Stopfbüchsen Frischdampf leiten zu können, ist am Einlasskasten der Turbine ein Hahn bezw. ein kleines mit dem oben erwähnten Kanal *H* in Verbindung stehendes Rohr angebracht.

Die Veränderung der Geschwindigkeit der Turbine während des Ganges, die für die Parallelschaltung und den Parallelbetrieb des Turbo-Alternators mit den anderen Maschinen der Zentrale notwendig ist, geschieht — innerhalb der durch die Regulierfähigkeit der Feder am Regulator gegebenen Grenzen — vermittelst einer Gegenfeder, die durch einen Hebel auf die Regulatormuffe einwirken kann. Diese Gegenfeder kann mehr oder weniger gespannt werden, sei es vermittelst Handantriebes, oder durch einen vom Schaltbrett aus gesteuerten Elektromotor.

Für den Fall, dass die Steuerung aus irgend welchen Gründen ausser Tätigkeit käme, ist an einer Zwischen-Antriebswelle für den Regulator ein automatischer Zentrifugalregulator angebracht, der mit Hülfe eines einfachen Auslösemechanismus das Haupt-Dampfeinlassventil *E* (Abbildung 2) plötzlich schliesst, sobald die Geschwindigkeit der Turbine ungefähr 12% des normalen Wertes übersteigt.

Die Lager sind als Kugellager ausgebildet und besitzen die Schalen eine besondere Wasserkühlung, welche von einer kleinen Pumpe von 160 Minutenlitern gespeist wird. Diese Kühlung bezweckt hauptsächlich die Entnahme eines Teiles der aus dem Dampfraume durch die Wellen an die Lager übertragenen Wärme.

Die Schmierung der Lager erfolgt unter Druck und zwar auf folgende Weise: Eine Rotationspumpe, welche mit dem Regulator und dem Excenter der Steuerung durch die gleiche Schnecken- und Zahnradübersetzung von der Turbinenwelle aus direkt angetrieben wird, saugt das Öl aus dem im Untergeschoss befindlichen Ölreservoir an und drückt dasselbe durch einen ebenfalls im Untergeschoss befindlichen Kühler bis in die Lager. Durch diesen Kühler wird das Wasser geleitet, welches zuerst zur obenerwähnten Kühlung der Lagerschalen gedient hat. Zwischen der Pumpe und dem Kühler ist ein Windkessel angebracht und ein daran angeschlossenes Manometer zeigt ständig an, ob das Öl den nötigen Druck für die gewünschte Zirkulation erhält. Parallel zur bereits erwähnten Pumpe kann das Öl durch eine Dampfpumpe ebenfalls

in Zirkulation gesetzt werden. Diese dient daher als Reserve und kommt überdies während des Anlaufens und des Abstellens der Turbine in Tätigkeit, da die Geschwindigkeit der ersten Pumpe während dieser Manipulationen zu klein wäre, um den gewünschten Öldruck zu erzeugen. Vom Kühler aus strömt das Öl in eine Hauptverteilungsleitung und von dieser in die Lagerschalen. Eine Sammelleitung erhält das von diesen letzteren abfliessende Öl und lässt dasselbe wieder in das Reservoir gelangen. Das Öl wird somit kontinuierlich zur Lagerschmierung verwendet; ein Auswechseln desselben ist nur nach Monaten nötig.

Der Turbo-Alternator hat eine Länge von 16½ m bei einer maximalen Breite und Höhe von 2½ m.

Alle Teile der Dampfturbine sind leicht zugänglich und ein einfaches Abschrauben und Abheben der oberen Zylinderdeckel genügt, um in kurzer Zeit das ganze Innere der Turbine freizulegen.

Die Bedienung der Maschine ist sehr leicht und einfach, auch die Inbetriebsetzung derselben kann äusserst rasch geschehen; denn das Vorwärmen der Turbinenzylinder vom kalten Zustande aus erfordert nur etwa 15 Minuten.

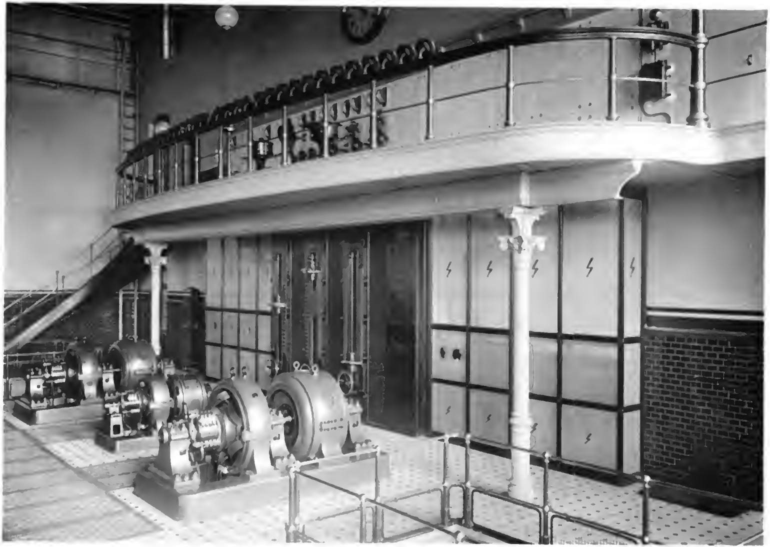
Der Ölverbrauch ist ein äusserst geringer, indem derselbe nur von der Ölverdunstung herrührt, und kann man daher gegenüber dem Betrieb mit den Kolbendampfmaschinen eine bedeutende Ölersparnis erzielen.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil der Turbine besteht darin, dass das Kondenswasser durch Schmieröle nicht verunreinigt wird und daher auch zur Kesselspeisung direkt wieder verwendet werden kann.

Die Regulierung der Turbine ist äusserst genau und prompt. Der Dampf strömt in der Tat vom Anfange bis zum Ende der Turbine innerhalb eines Bruchteiles einer Sekunde, sodass die Wirkung der Steuerung auf das einzige Admissionsventil sich in der Maschine augenblicklich äussern kann. Die Erfahrung hat übrigens gelehrt, dass die Regulierung der Dampfturbine wesentlich günstiger ist als diejenige der Kolbenmaschinen, die bekanntlich einige Umdrehungen ausführen müssen, bis sich die Wirkung einer Steuerungsverstellung im vollen Umfange äussern kann.

Trotz der stossweise erfolgenden Dampfeinströmung ist der Ungleichförmigkeitsgrad der Turbine sehr gering und kaum messbar. Das Parallelarbeiten des Alternators mit den anderen von den Kolbenmaschinen angetriebenen Alternatoren hat in der Tat niemals Schwierigkeiten bereitet und vollzieht sich stets in vorzüglicher Weise. Dazu trägt auch die besondere

Elektrizitäts-Werk I.



Umformeranlage für Centralerregung.

Bauart des rotierenden Magnetfeldes bei, welches nach Art der Rotoren von asynchronen Motoren ausgeführt ist, eine Anordnung, welche überdies noch wesentliche Vorteile in mechanischer Hinsicht bietet.

Mit der Dampfturbinenanlage wurde eine Reihe von Versuchen während des Betriebes vorgenommen, bei denen folgende Resultate als Mittelwerte erhalten wurden:

| Dampfdruck vor dem Einlassventil Atm. | Temperatur des überhitzten Dampfes | Belastung in Kilowatt | Vakuum in % des Barometerstandes | Dampfverbrauch in kg pro Kilowattstunde |
|---|---|---|---|---|
| 12,63 | 298° | 1945 | 93,2 | 7,20 |
| 12,8 | 295° | 2518 | 91,8 | 7,09 |
| 10,6 | 312° | 2995 | 90,— | 6,70 |

Der vertragsmässig für die Maschine garantierte Dampfverbrauch sollte bei 12,8 Atmosphären Überdruck, 300° C. Überhitzung und 2600 Kilowatt Belastung nicht mehr als 7,2 kg betragen. Aus den Ergebnissen der Versuche geht hervor, dass der garantierte Dampfverbrauch wesentlich unterschritten ist und beweisen die Dampfverbrauchsziffern, dass die Dampfturbine mindestens ebenso ökonomisch arbeitet, als die vollkommensten Kolbendampfmaschinen gleicher Grösse.

Der zur Magneterregung der Turbodynamo benötigte Gleichstrom von 120 Volt wird vermittelst zweier Hochspannungs-Wechselstrom-Gleichstrom-Umformer der Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft vormals W. Lahmeyer & Co. erzeugt. Jeder derselben ist für eine Leistung von 50 K. W. Gleichstrom gebaut und genügt allein zur Erregung der Turbodynamo. Damit bei Störungen im Wechselstromnetz, welche ein Stillstehen der Umformer hervorrufen würden, die Gleichstromabgabe an die Turbodynamo ohne Störung von statten geht, war die Aufstellung einer Akkumulatoren-Batterie, welche gleichzeitig zur Notbeleuchtung benutzt wird, notwendig.

Die Batterie wurde von der Akkumulatoren-Fabrik-Aktien-Gesellschaft Berlin geliefert und besteht aus 67 Elementen mit einer Kapazität von 921 bis 1280 Ampèrestunden bei 1—3stündiger Entladung.

Der zur Aufladung der Batterie nötige Zusatzumformer wurde ebenfalls von der Firma Lahmeyer & Co. geliefert und leistet 15 K.W. an Gleichstrom.

Die zur Dampfturbine gehörige Zentral-Kondensationsanlage ist von der Firma Balcke & Co., Bochum, geliefert und besteht im wesentlichen aus folgenden Teilen:

1. Einem Gegenstrom-Röhrenkondensator von 750 qm Kühlfläche, welcher direkt vermittelst Wasserstopfbüchse an das Auspuffrohr der Turbine angeschlossen ist.
2. Einer liegenden Einzylinder-Auspuffdampfmaschine für den Betrieb aller notwendigen Pumpen, für 100 indizierte P. S. und ca. 56 Touren bei 9 Atmosphären Druck für überhitzten Dampf von 250° C.
3. Einer mittelst Riemen vom Schwungrad der Dampfmaschine aus angetriebenen Zentrifugalpumpe für eine Leistung bis 800 cbm in der Stunde. Dieselbe saugt das Kühlwasser aus einem neu errichteten Sammelbrunnen vor dem Maschinenhaus, und drückt es durch das Röhrensystem des Kondensators, von wo es wieder nach dem Main abfliesst.
4. Einer Trockenschieberluftpumpe mit Druckausgleich, direkt mit der durchgehenden Kolbenstange der Dampfmaschine gekuppelt, zum Absaugen der Luft aus dem Kondensator.
5. Einer Kondensatpumpe, welche das Kondensat der Turbine aus dem Kondensator in ein neu aufgestelltes Speisewasserreservoir fördert. Letzteres wird vermittelst Heizschlange durch den Abdampf der Dampfmaschine geheizt.
6. Einer Kesselspeisepumpe für eine Leistung bis 60 cbm in der Stunde, welche vermittelst Kurbel von der Dampfmaschinenwelle angetrieben wird, und das Wasser aus dem vorerwähnten Speisewasserreservoir in die Kuhn'schen Kessel fördert.
7. Einer dem gleichen Zweck dienenden Reservespeisepumpe von der Firma Weise & Monski, für 60 cbm maximal bei 50 Touren und 15 Atmosphären Gegendruck.

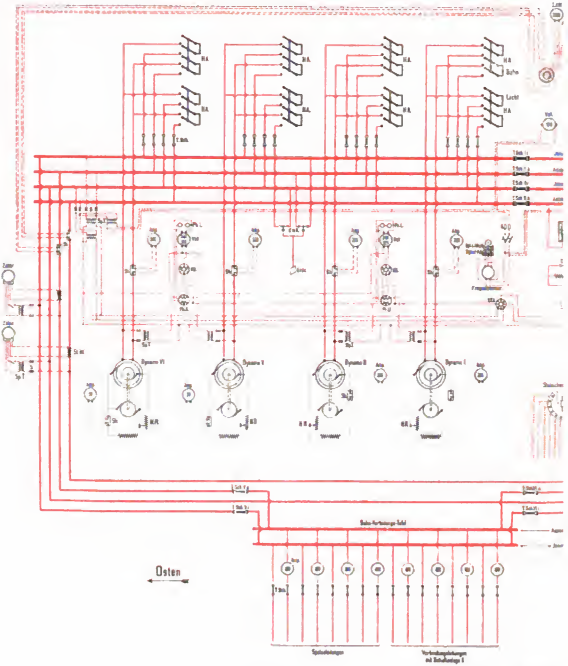
Die Pumpen No. 6 und 7 bilden die Speiseeinrichtung für die Grossraum-Wasserrohr-Kessel von Kuhn, sobald dieselben mit 15 Atmosphären betrieben werden.

## 6. Schaltanlage.

Die Schaltanlage besteht aus zwei Haupt- und zwei Verteilungsschalttafeln.

Die im ersten Stockwerk des südlichen Vorbaus aufgestellte Schaltanlage I dient zur Aufnahme, Regulierung, Messung und Verteilung der von den 8 Dampfdynamos erzeugten Energiemengen, und besteht aus einer

# SCHALTUNGSSCHEMA ZUR SCHALTANL



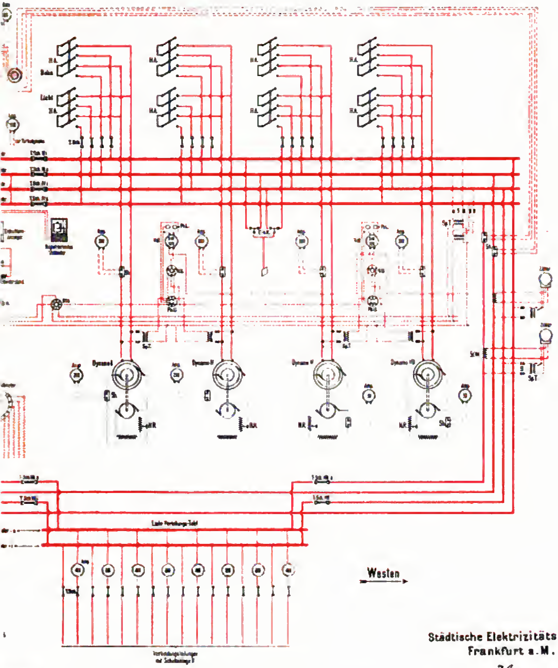

**Zeichen·**

H.A. Hochspannungs-Ausschalter.
T.Sch. Trenn-Schalter.
E.u K. Erdungs- u. Kurzschluss-Schalter.
U. Amperemeter Umschalter.

V.U Voltmeter-Umschalter.
Ph.U Phasenlampen Umschalter.
Ph.L Phasen-Lampen.
S Sicherung
Sh. Shunt.

Sp.T. Spe
St.W Str
N.R Net
H.R. Ha
S.T.U. Ser

## GE I IM STÄDTISCHEN ELEKTRIZITÄTS-WERK I.




Städtische Elektrizitäts-Werke
Frankfurt a. M.

rklärung:

hungs-Transformator.
m-Wandler.
nschluss-Regulator.
strom-Regulator.
melschienen-Transformatoren-Umschalter.

Wechselstromleitungen.
Amperemeterleitungen für Wechselstrom.
Voltmeterleitungen.
Gleichstromleitungen.
Amperemeterleitungen für Gleichstrom.

Haupt- und einer Verteilungsschalttafel (siehe Schaltungsschema zur Schaltanlage I im Werk I).

Da das Elektrizitätswerk im Jahre 1899 den Strom für drei Umformer von je 750 P. S. zum Betrieb der städtischen Strassenbahn liefern sollte und man im Vorhinein nicht wissen konnte, ob sich ein Parallelbetrieb der Umformerstation mit dem übrigen Netzbetrieb mit Sicherheit aufrecht erhalten lassen würde, wurde der an und für sich notwendig gewordene Umbau der Hauptschalttafel dazu benutzt, dieselbe mit getrennten Sammelschienen für Kabelnetz und Bahn derart auszurüsten, dass jede Maschine sowohl auf das Kabelnetz als auch auf die Umformerstation arbeiten kann. Ausserdem ist die Einrichtung derart getroffen, dass die Kabelnetz- und Bahnsammelschienen jederzeit parallel geschaltet beziehungsweise getrennt werden können.

Die Hauptschalttafel ist direkt in die südliche Wand des Maschinenhauses eingebaut. Vor derselben ist eine Bedienungsgallerie angebracht, von welcher man das Maschinenhaus bequem übersehen kann.

Die aus Marmor hergestellte Apparatenwand ist von dem Eisengerüst für die Leitungen, Schalter und Regulatoren durch einen Gang getrennt, welcher von der Mitte des zweiteiligen Eisengerüstes aus zugänglich ist. Dieser Gang wird während des Betriebs nicht betreten und dient nur dazu, die Reinigung und Kontrolle aller Apparate und Leitungen im stromlosen Zustande zu erleichtern. Die Vorderseite der Schalttafel besteht aus vier Doppelfeldern für je zwei Maschinen nebst einem Mittelfeld für die Sammelinstrumente, während das Eisengerüst in 8 Felder geteilt ist.

Da die Nebenschlüsse aller Strommesser in den geerdeten Aussenleiter eingebaut sind und die Spannung auf 120 Volt transformiert gemessen wird, enthält die vordere Bedienungsseite nur Niederspannung.

Jedes Doppelfeld enthält für je zwei Maschinen die Ausschalterhandgriffe, die Strommesser, sowie ein Doppel-Voltmeter für die Maschinen- und Phasenspannung nebst Phasenlampen-Umschalter. Auf dem pultartigen Vorbau haben auf der Tischplatte ein Doppel-Ampèremeter für die Erregerstromstärke sowie die Druckknöpfe für elektrische Klingel- und Signalapparate Platz gefunden, während auf der vertikalen Tafel die beiden Handräder zum Antrieb der Regulatoren angebracht sind.

Die Regulierung des Erregerstromes erfolgt entweder einzeln für jede Maschine oder gemeinsam vermittelst je einer durchlaufenden Welle für die Maschinen, welche auf Bahn- oder Kabelnetz arbeiten. Der Antrieb dieser beiden Regulierwellen erfolgt von dem Mittelfelde aus, auf welchem ausserdem

noch je ein Sammel-Ampèremeter für Bahn- und Kabelnetzstrom, ein Stations-Voltmeter, ein Ampèremeter für den Strom der Turbodynamo, sowie ein Prüfdraht-Voltmeter nebst Umschalter angebracht ist.

Ferner enthält dieses Mittelfeld noch die Umschalter für die Spannung und die Phasenlampen zum Parallelschalten von Bahn- und Kabelnetz, sowie einen Kurbelstellungsanzeiger für die Maschinen.

Das Eisengerüst, welches durch einen Gang in zwei Teile für je vier Maschinen geteilt ist, enthält ausser den Sammelschienen für Bahn- und Netzbetrieb alle notwendigen Regulatoren, Nebenschlüsse, Spannungstransformatoren, Maschinenleitungsunterbrechungen, sowie für jede Maschine zwei Hochspannungsausschalter, welche oben auf dem Eisengerüst angebracht sind.

Da diese Hauptschalttafel den ganzen in dem südlichen Vorbau zur Verfügung stehenden Raum einnimmt und nicht mehr erweiterungsfähig ist, musste mit der Aufstellung der Turbodynamo sowie der drei Umformer nebst Batterie die Errichtung einer vollständig neuen Schaltanlage erfolgen.

Diese neue Schaltanlage (Schaltanlage II) erhielt ihren Platz in den Räumen auf der östlichen Giebelseite.

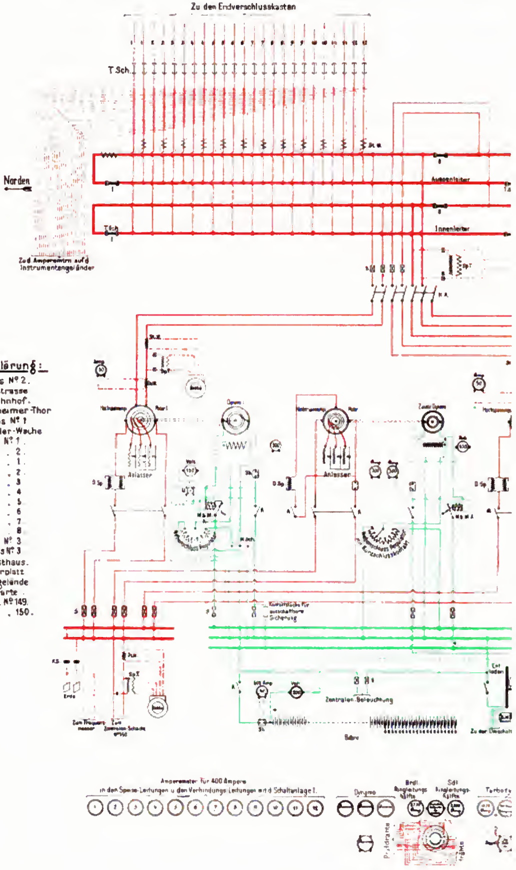
Da der bereits vor längerer Zeit ins Auge gefasste Umbau der aus dem ersten Ausbau stammenden Verteilungsschalttafel I im südlichen Vorbau ohne grosse Betriebsunterbrechungen seither nicht vorgenommen werden konnte, war nunmehr durch Schaffung der neuen Schalttafelräume die Möglichkeit dieses Umbaues gegeben, ohne dass längere Unterbrechungen des Betriebs nötig wurden.

Es wurde daher im Erdgeschoss des Neubaues eine Verteilungsschalttafel errichtet, an welche sämtliche Speisekabel, welche nach den einzelnen Speisepunkten des Stadtgebietes führen, angeschlossen wurden.

Die alte Verteilungsschalttafel im südlichen Teil der Zentrale wurde durch eigenes Personal einem vollständigen Neubau unterzogen und durch zwölf Verbindungskabel mit der neuen Verteilungsschalttafel auf der Ostseite verbunden.

Die südliche Verteilungsschalttafel besteht nunmehr aus zwei getrennten Teilen für je acht Kabelanschlüsse, wovon der eine Teil mit den Licht-Sammelschienen, der andere mit den Bahn-Sammelschienen der alten Hauptschalttafel in Verbindung steht. Diese Verbindungen sind als vollständige Ringleitungen ausgebildet, in deren jeder Hälfte ein Elektrizitätszähler sowie ein Nebenschluss zu einem Hitzdraht-Stromzeiger angebracht ist.

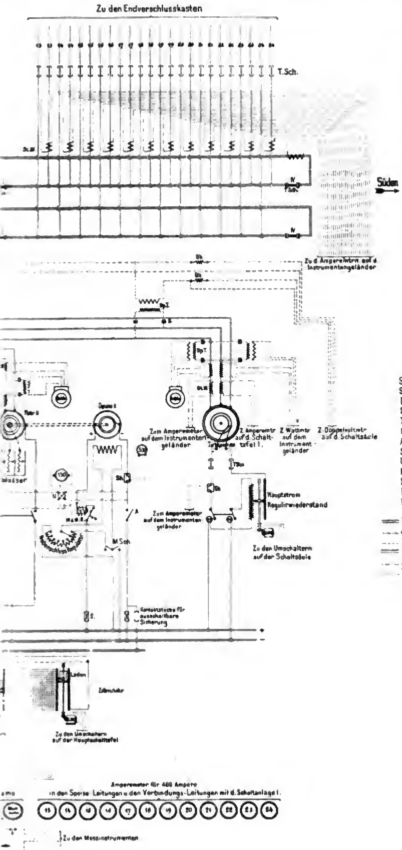
# SCHALTUNGSSCHEMA ZUR SCHALTANL




**Zeichen-Erklärung:**

1 Speiseleitung Salzhaus N° 2.
2 „ „ Guiolletstrasse
3 „ „ Hauptbahnhof.
4 „ „ Bockenheimer-Thor
5 „ „ Salzhaus N° 1
6 „ „ Constabler-Wache
7 Bahn-Verbindungskabel N° 1.
8 „ „ „ „ 2.
9 Licht- „ „ „ 1.
10 „ „ „ „ 2.
11 „ „ „ „ 3
12 „ „ „ „ 4
13 „ „ „ „ 5
14 „ „ „ „ 6
15 „ „ „ „ 7
16 „ „ „ „ 8
17 Bahn- „ N° 3
18 Speiseleitung-Salzhaus N° 3
19 „ „ Oberforsthaus.
20 „ „ Affenthorplatz
21 „ „ Gutleutgelände
22 „ „ Galluswarte
23 „ „ Schacht N° 149.
24 „ „ „ „ 150.

## .ACE II im STÄDTISCHEN ELEKTRIZITÄTS-WERK I




### Zeichen-Erklärung:

Sp.T.: Spannungs-Transformator.
St.W.: Strom-Wandler
D.Sp.: Drossel-Spule.
Sh: Shunt
T.Sch.: Trenn-Schalter.
H.A.: Hochspannungs-Ausschalter.
A.: Ausschalter.
S.: Sicherung
U.: Umschalter
M.u.M.A.: Maximal- & Minimal-Automat.
M.Sch.: Magnet-Schalter.
E.M.: Elektromotor.
K.S.: Kondensator-Sicherung.

Wechselstromleitungen.
Amperemeterleitungen für Wechselstrom.
Voltmeterleitungen " "
Gleichstromleitungen
Amperemeterleitung für Gleichstrom
Voltmeterleitungen " "

Städtische Elektrizitäts-Werke
Frankfurt a. M.

[signature]

Vermittelst dieses Stromzeigers sowie zweier Nebenschluss-Umschalter können die Ströme in den einzelnen Leitungshälften auf der Hauptschalttafel abgelesen werden.

Die eine Hälfte dieser Verteilungsschalttafel, welche mit den Licht-Sammelschienen der Hauptschalttafel in Verbindung steht, ist durch acht verseilte Hochspannungskabel von je 4 × 105 qmm Querschnitt mit der östlichen Verteilungsschalttafel verbunden. Diese Kabel haben den Zweck, den durch die Dampfdynamos erzeugten Wechselstrom der östlichen Verteilungsschalttafel und von dort aus der Stadt zuzuführen, für den Fall, dass die Turbodynamo, welche direkt die östliche Kabelschalttafel speist, stillsteht oder für den Betrieb allein nicht ausreicht.

An die andere Hälfte der südlichen Verteilungsschalttafel, welche mit den Bahn-Sammelschienen der Hauptschalttafel verbunden ist, sind die beiden Trambahnspeisekabel, welche nach der Umformerstation am Schillerplatz führen, angeschlossen, ausserdem jedoch noch vier Hochspannungskabel von je 4 × 105 qmm Querschnitt zur Verbindung der südlichen und östlichen Verteilungsschalttafel.

Diese Kabel dienen dazu, den von der Turbodynamo erzeugten Wechselstrom den Trambahnspeisekabeln zuzuführen, für den Fall, dass die Dampfdynamos ausser Betrieb sind.

Der Umstand, dass die alte Hauptschalttafel gestattet, den Bahn- und Lichtbetrieb, sowohl getrennt als auch parallel zu führen, war massgebend für die vorstehend geschilderte Ausführung der südlichen Verteilungsschalttafel.

Die Trennung von Licht- und Bahnbetrieb kann hierbei ohne Betriebsunterbrechung durch Ausschaltung einiger Stromunterbrecher jederzeit und sofort vorgenommen werden, wodurch bei Störungen, welche in dem einen Teil vorkommen könnten, der andere Teil ohne Unterbrechung weiter betrieben werden kann.

Was die konstruktive Ausführung der südlichen Verteilungsschalttafel anbetrifft, so sind die beiden Pole räumlich vollständig von einander getrennt, wodurch die denkbar grösste Sicherheit gegen Kurzschlüsse erreicht ist.

Die Unterbrecher nebst Stromzeiger für den geerdeten Aussenleiterpol sind auf Marmorplatten montiert, welche dem Schalttafelraum zugewendet sind, während die auf Isolatoren befestigten Marmorplatten auf der Rückseite die Innenleiter-Unterbrecher tragen. Zwischen dieser Schaltwand und der Gebäudewand ist ein breiter Gang vorgesehen, welcher eine sichere Bedienung der Innenleiter-Unterbrecher gestattet.

Sämtliche stromführenden Teile, sowohl der Verteilungsschalttafel als auch der Ringleitung, welche mit dem Innenleiter des Kabelnetzes in Verbindung stehen, haben eine doppelte Isolation gegen Erde erhalten, wovon jede einzelne der doppelten Maschinenspannung genügt.

Diese doppelte Isolierung des Innenleiters ist in gleicher Weise auch bei der Neuanlage im östlichen Teil vollständig durchgeführt worden.

Die Neuanlage besteht im Wesentlichen aus folgenden Teilen:

1. Der neuen Verteilungsschalttafel im Erdgeschoss.
2. Dem Instrumentenpult, welches auf dem Geländer der Bedienungsgallerie angebracht ist.
3. Dem Hochspannungs-Ausschalter-Gerüst im ersten Stockwerk, welches direkt über der Verteilungsschalttafel liegt.
4. Der Schaltesäule für die Turbodynamo auf der Bedienungsgallerie im ersten Stockwerk.
5. Der Schalttafel für die Umformer und die Akkumulatoren-Batterie auf der Giebelwand im ersten Stockwerk.
6. Dem Zählergerüst, welches in die Giebelwand des Erdgeschosses eingebaut ist und den Verteilungsschalttafelraum gegen das Maschinenhaus abschliesst.

Die neue Verteilungsschalttafel im östlichen Teil der Zentrale ist zur Aufnahme der Leitungsunterbrecher für 24 Speisekabel sowie von 4 × 2 Sammelschienen-Unterbrecher eingerichtet. Aussen- und Innenleiter sind auch hier vollständig getrennt angeordnet.

Die Unterbrecher sind auf Porzellan-Isolatoren aufgesetzt und in einem Kasten aus Eisenschienen mit perforierter Blechverkleidung eingebaut, sodass eine zufällige Berührung aller Hochspannung führenden Teile ausgeschlossen ist.

Über den Unterbrechern sind die Sammelschienen angeordnet, welche als Ringleitung ausgebildet sind, die an vier Stellen unterbrochen werden kann. An die eine Hälfte derselben sind die Kabel, an die andere die Leitungen nach den Umformern sowie nach der Turbodynamo angeschlossen.

Diese Anordnung gestattet die Abschaltung sämtlicher Maschinen-Ausschalter und Leitungen, ohne dass hierzu die Verteilungs-Schalttafel ausser Betrieb gesetzt zu werden braucht.

Unterhalb der Unterbrecher führen die Leitungen nach den Kabelendverschlusskasten, welche in einem vom Erdgeschoss aus zugänglichen Raum untergebracht sind.

Elektrizitätswerk I.



Schalttafel I.

Im Aussenleiterpol dieser Leitungen sind Stromwandler eingebaut, in deren Sekundär-Stromkreis die Speisekabel-Ampèremeter eingeschaltet sind.

Letztere sind auf dem Geländer der Bedienungsgallerie angeordnet und zwar symmetrisch zu dem Mittelfeld des Geländers verteilt.

Letzteres enthält in der Mitte das Prüfdraht-Voltmeter; daran schliesst sich rechts ein Ringleitungs-Ampèremeter, ein Wattmeter und ein Ampèremeter für den von der Turbodynamo erzeugten Strom, sowie ein Ampèremeter für den Erregerstrom der Turbodynamo, während die drei entsprechenden Instrumententeller für eine später aufzustellende Turbodynamo auf der linken Seite des Prüfdraht-Voltmeters vorgesehen sind.

Auf einer kleinen Säule vor dem Voltmeter ist ein Prüfdraht-Umschalter angebracht. Vermittelst desselben können die einzelnen Prüfdrähte, welche nach verschiedenen Punkten des Kabelnetzes führen, auf das Voltmeter geschaltet werden, wodurch die Spannung an den betreffenden Netzpunkten in der Zentrale kontrolliert werden kann.

Die von den Sammelschienen abgehenden Maschinenleitungen führen über Sicherungen und Ausschalter nach den beiden Hochspannungsmotoren der beiden 50 K. W. Umformer, sowie nach der Turbodynamo.

Die Hochspannungssicherungen und Ausschalter sind in dem Mittelraum des ersten Stocks in einem vollständig freistehenden Eisengerüst eingebaut.

Die Sicherungen sind Röhrensicherungen, welche beim Durchschmelzen ein Stehenbleiben des Lichtbogens ausschliessen.

Die Hochspannungsausschalter sind mit Haupt- und Nebenkontakten derart ausgebildet, dass der Strom beim Einschalten erst durch die Nebenkontakte geht, und beim Ausschalten zuletzt durch die Nebenkontakte doppelt für jeden Pol unterbrochen wird, sodass ein Verbrennen der Hauptkontakte ausgeschlossen ist.

Ein mit den Nebenkontakten verbundener Hörnerblitzableiter bewirkt ein sicheres Verlöschen eventuell auftretender Lichtbogen.

Die Grösse des Eisengerüstes ist ausreichend für eine zweite Turbodynamo sowie einen dritten Umformer.

Für die Schaltung und Regulierung der Turbodynamo ist auf der Gallerie eine Säule aufgestellt worden, in welcher alle diesem Zwecke dienenden Apparate eingebaut sind, so insbesondere der Antrieb für den Hochspannungsausschalter, die Umschalter für den Betrieb der Gleichstrommotoren, welche den Erregerstrom-Regulator, sowie den Leistungsregulator der Turbine betätigen; ferner ein Doppelvoltmeter mit Voltmeter- und Phasenlampen-Schalter, sowie ein Kontakt-

stellungsanzeiger für den Erregerregulator, während die Phasenlampen zum Parallelschalten der Turbodynamo auf die Sammelschienen auf der Instrumentengallerie untergebracht sind. Eine gleiche Säule, jedoch ohne Apparate für eine weitere Turbine ist des besseren Aussehens halber bereits jetzt aufgestellt worden.

Zwischen diesen beiden Säulen ist ein Kommandoapparat der Firma Siemens & Halske aufgestellt, welcher den Verkehr der Elektriker zwischen alter und neuer Schaltanlage vermittelt. Demselben Zwecke dienen zwei lautsprechende Telefone, welche auf beiden Bedienungsgallerieen angebracht sind.

Die Hauptschalttafel setzt sich aus dem Wechselstrom-, dem Gleichstrom- und dem Reserveteil zusammen.

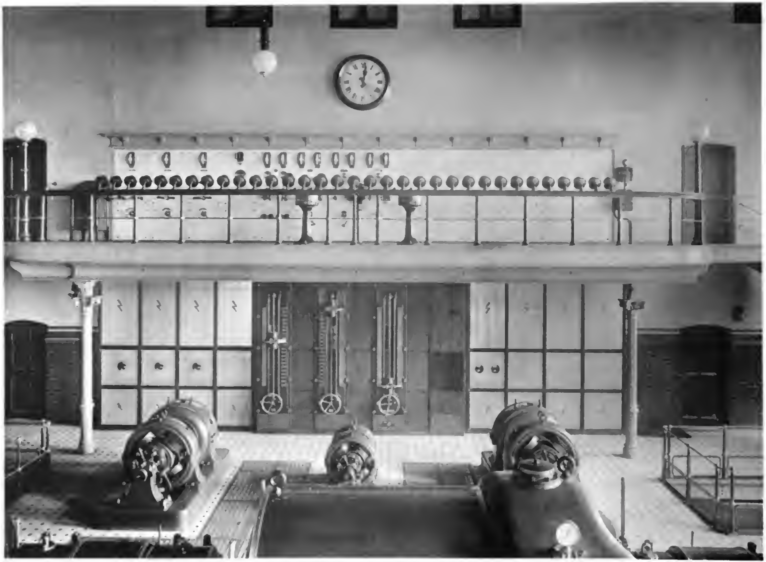
Der Wechselstromteil enthält in den ersten drei Feldern die Instrumente und Apparate zum Betrieb der Motoren der drei Umformer, das vierte Feld dient zur Reserve.

Hieran schliesst der Gleichstromteil mit dem Batteriefeld, sowie den drei Feldern für die Dynamos der drei Umformer, sowie ein Reservefeld für einen vierten Umformer. Der hieran schliessende aus fünf Feldern bestehende Reserveteil ist für Bahnstrom vorgesehen und reicht für zwei Bahndynamos sowie acht Bahnspeisekabel aus. Von der Hauptschalttafel beziehungsweise dem Ausschaltergerüst führen die Leitungen durch das Zählergerüst nach den Maschinen beziehungsweise den Batterieen. Das Zählergerüst, welches die Abschlusswand zwischen dem Verteilungsschalttafelraum und dem Maschinenraum bildet, enthält alle zu den Elektrizitätszählern gehörigen Strom- und Spannungswandler sowie alle Zähler selbst. Vor den Zählern sind Glasscheiben angeordnet, die ein bequemes Ablesen der Zähler von dem Maschinenhaus aus gestatten. Auf den beiden nördlichen Mittelfeldern sind die beiden Zellenschalter für die Batterie angeordnet, während die entsprechenden südlichen Felder für zwei Hauptstromregulatoren vorgesehen sind, von welchen zur Zeit jedoch nur einer für die Turbodynamo aufgestellt ist.

## 7. Kabelnetz.

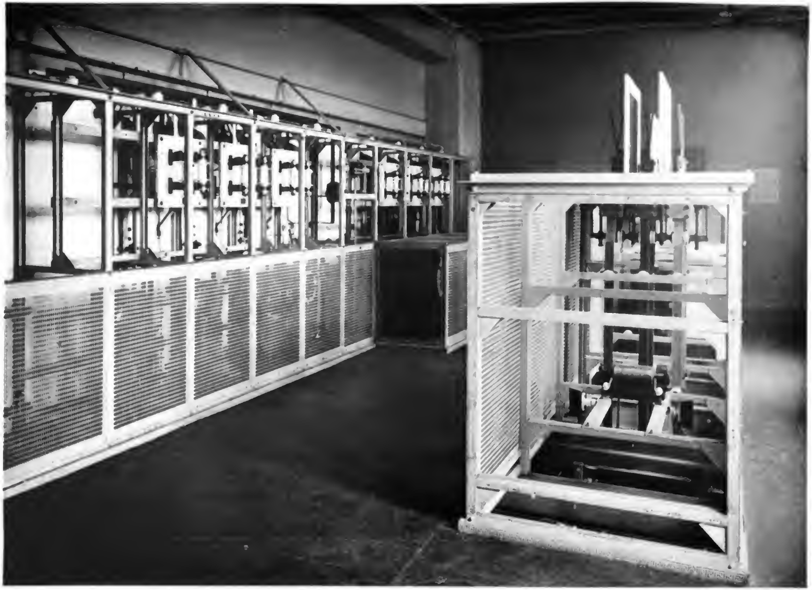
Wie aus der Beschreibung der Schaltanlage hervorgeht, wird der erzeugte Einphasen-Wechselstrom von rund 3000 Volt Spannung auf den Verteilungsschalttafeln I und II an die Hochspannungsspeisekabel abgegeben. Dieselben verteilen die Energie an ihren Endpunkten auf ein geschlossenes Hochspannungsverteilungsnetz, welches vermittelst parallelgeschalteter Transformatoren, die

## Elektrizitäts-Werk I.



Schaltanlage II

Elektrizitätswerk I.



Schalttafelraum II.

für ein Übersetzungsverhältnis von 2850 auf 123 Volt gebaut sind, ein geschlossenes Niederspannungsverteilungsnetz speisen. Der Spannungsverlust von dem Transformator durch das Niederspannungskabelnetz und die Hausinstallation bis zur Lampe beträgt 3 Volt; hiervon entfallen 1,2 Volt auf das Kabelnetz und 1,8 Volt auf die Hausinstallation.

Zur Kontrolle der Niederspannung führen nach den stärkst belasteten Punkten der einzelnen Stadtgebiete Prüfdrahtkabel, vermittelst welcher in der Zentrale unter Verwendung statischer Voltmeter die Netzspannung gemessen wird. Die Spannungsregulierung erfolgt nach den Angaben dieser Prüfdrahtvoltmeter und zwar wird am Prüfdrahtende die Spannung auf 123 Volt gehalten, sodass die primäre Spannung je nach der Belastung zwischen 2850 und 3000 Volt schwankt.

Die Hochspannungsspeise- und Verteilungskabel (siehe Abbildung) sind sämtlich von der Firma Felten & Guilleaume geliefert und sind doppelt eisenbandarmierte Bleikabel mit konzentrisch angeordneten Leitern. Nach den Kabelnetzstörungen im Jahre 1899 (siehe geschichtlicher Teil) wurde zu vierfach verseilten Kabeln übergegangen. Dieselben sind ebenfalls von der Firma Felten & Guilleaume geliefert und haben sich bis jetzt bewährt.

Da die Kabelnetzstörungen fast immer auf einen Innenleiter-Erdschluss zurückzuführen waren, wurde im ganzen Kabelnetz dieser Pol an allen Stellen, wo er aus den Endverschlüssen herausragte beziehungsweise blank geführt wurde, gegen Erde doppelt isoliert.

An den Endverschlüssen wurden zu diesem Zweck die früheren Porzellantüllen durch solche von bedeutend stärkerer Konstruktion mit grosser Oberfläche ersetzt, in deren Bohrung eine Hartgummitülle eingesetzt ist. Durch die Hartgummitülle ist der blanke Kupferbolzen hindurchgeführt (siehe Abbildung).

Die doppelte Isolation aller übrigen blanken Teile wurde durch Überschieben eines Glimmerrohres an jeder Befestigungsstelle erreicht.

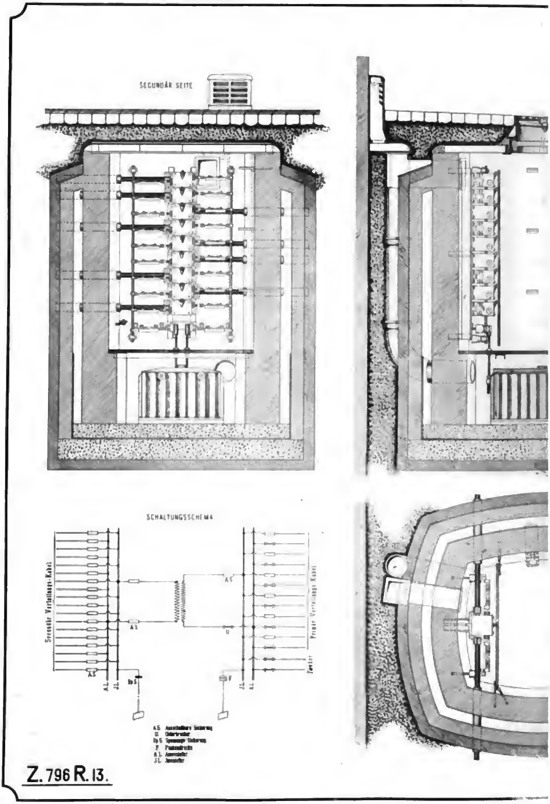
Um Resonanzerscheinungen im Hochspannungskabelnetz, welche bei Innenleitererdschlüssen auftreten, zu beheben, wurde gleichzeitig mit dieser Verbesserung der Innenleiterisolation und dem Übergang zur Verlegung vierfach verseilter Kabel der Aussenleiter in dem Elektrizitätswerk unter Vorschaltung eines Widerstandes an Erde gelegt. Die Grösse dieses Widerstandes wurde derart bemessen, dass bei einem völligen Innenleitererdschluss die durch den Widerstand fliessende Kurzschlussstromstärke nur so gross werden kann, dass sie gerade zum Durchschmelzen der stärksten Innenleitersicherungen

genügt; diese Anordnung bedingte natürlich die Beseitigung aller Aussenleiter-Hochspannungssicherungen. Da trotz dieser Anordnung bei starken Kurzschlüssen eine Resonanzerscheinung nicht ausgeschlossen ist, wurden an ca. 50 Punkten des Kabelnetzes sogenannte Funkenstrecken der Firma Voigt & Haeffner, A.-G., angebracht, welche in den Transformatorenschächten an die Aussenleiterschienen angeschlossen sind. Dieselben bestehen aus zwei Metallstücken, die mit ziekzackförmig ausgebildeten Flächen einander gegenüberstehen. Von diesen beiden Metallstücken ist das isolierte Stück mit der Aussenleiterschiene in Verbindung, während der andere Teil an Erde liegt. Der Luftzwischenraum ist derart eingestellt, dass ein Stromübergang nach Erde eintritt, sobald die Aussenleiterspannung gegen Erde den Betrag von ca. 1500 Volt erreicht hat. Da bei dieser Einrichtung bedeutende Ströme in dem Bleimantel der Kabel auftreten können, sind dieselben an den Muffen und Endverschlusskasten durch starke Kupferdrähte mehrfach miteinander verbunden und in jedem Transformatorenraum besonders geerdet. An diese Erdleitung sind auch gleichzeitig die Transformatorenkasten angeschlossen.

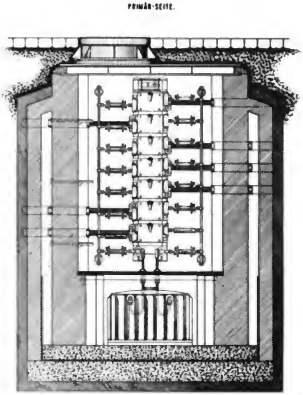
Seit Fertigstellung dieser Verbesserungen sind Innenleitererdschlüsse im Kabelnetz nicht mehr vorgekommen.

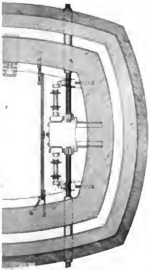
Die Hauptspeisekabel sind in den Querschnitten 2×70 qmm, 2×100 qmm, 2 × 140 qmm, 2 × 210 qmm sowie 4 × 70 und 4 × 105 qmm verlegt. Die Gesamtlänge der Speisekabel betrug am 1. April 1902 30806,1 m während sich die Zahl der Speisepunkte einschliesslich der Umformerstation für den Strassenbahnbetrieb auf 10 belief. Das Hochspannungsverteilungsnetz ist in den Querschnitten 2 × 25, 2 × 35, 2 × 50 qmm sowie 4 × 17,5 und 4 × 25 qmm verlegt. Die Speisepunkte innerhalb des Stadtgebietes sind durch diese Verteilungskabel mehrfach mit einander verbunden, sodass bei Defektwerden eines der Hauptkabel der Betrieb ohne jegliche Störung aufrecht erhalten werden kann. Die gesamte Länge des primären Verteilungsnetzes betrug am 1. April 1902 69203 m. Das primäre Verteilungsnetz speist in Parallelschaltung die Transformatoren, welche die Niederspannung an das sekundäre Verteilungsnetz abgeben. Das sekundäre Verteilungsnetz besteht durchweg aus zweifach konzentrischen Kabeln für 123 Volt Betriebsspannung von 2 × 70 und 2 × 100 qmm Querschnitt. Zur Zeit wird nur noch der Querschnitt 2 × 100 qmm beziehungsweise 2 × 210 qmm verlegt. Die gesamte Länge des sekundären Verteilungsnetzes betrug am 1. April 1902 92000 m.

Die Verlegung der Kabel erfolgt in einem Abstand von 60 cm von der Hausflucht für das sekundäre Kabel und von 75 cm Entfernung für die


SECUNDÄR SEITE
SCHALTUNGSSCHEMA
A.S.
U
A.L.
J.L.
Z. 796 R. 13.





# TRANSFORMATOR-SCHACHT.

Massstab 1:10.

STÄDTISCHE ELEKTRIZITÄTS-WERKE
FRANKFURT A. M.

primären Kabel. Die Niederspannungskabel liegen auf 60 und die Hochspannungskabel auf 70 cm Tiefe. Die Kabel sind mit einer 10 cm starken Sandschicht umgeben und mit quergelegten Ziegelsteinen überdeckt. Bei Strassenkreuzungen liegen die Kabel in gusseisernen Muffenrohren. Die Zahl der Transformatoren, durch welche das Niederspannungsnetz gespeist wird und die in den Grössen von 6, 9, 12, 20 und 30 K. W. aufgestellt sind, betrug am 1. April 1902 339 mit einer Gesamtleistung von 7059 K. W. Die 6 und 9 K. W. Transformatoren sind Trockentransformatoren mit perforierten Blechgehäusen, während die grösseren Typen in gusseiserne Kasten mit Ölfüllung eingebaut sind. Die Transformatoren sind teilweise in unterirdischen Strassenschächten, teilweise in Kellerräumen untergebracht. Die Zahl der Strassenschächte betrug am 1. April 1902 171, diejenige der Hausschächte 133.

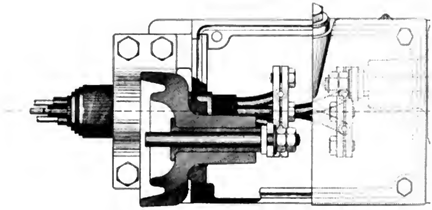
Die frühere Ausführung der Strassenschächte, welche nur aus einer einsteinstarken Wand und einer 25 cm hohen Sohle aus Beton bestand, wurde wegen der Grundwasserverhältnisse der äusseren Stadtviertel, in welchen zur Zeit die Mehrzahl der neuen Schächte gebaut werden, aufgegeben und zu der Ausführung übergegangen wie sie die Abbildung darstellt. Die lichten Masse sind hierbei die gleichen geblieben und betragen 1400 auf 1800 mm bei einer Höhe von 2600 mm. Die Gesamthöhe von Unterkante Betonsohle bis zur Fusssteigfläche beträgt rund 3400 mm. Die Betonsohle setzt sich auf eine 10 cm starke Schicht von gestampfter Lette und hat eine Höhe von 35 cm. In dieselbe ist ausserdem eine 1 cm starke Asphaltschicht eingelegt, die an der Seitenwand ohne Unterbrechung bis zu 850 mm hoch geführt ist. Auf diese Betonsohle setzt sich das innere Schachtmauerwerk, wie aus der Abbildung ersichtlich. Diese Ausführung giebt gleichzeitig ein Bild davon, wie die Schächte früher ausgeführt wurden. In einem Abstand von 100 mm ist um diesen inneren Schacht ein halbsteinstarker Ring gebaut, an welchen sich innen die oben erwähnte Asphaltschicht anlegt. Der so gebildete Luftmantel steht mit der Ventilation des Transformatorenschachtes in Verbindung. Der innere Mantel ist ausserdem noch mit Stampfletten umgeben. Diese Konstruktion des Mauerwerks hat sich auch in den Gegenden, wo sich bereits bei 1 m Tiefe Grundwasser vorfand, gut bewährt. Die Abdeckung des Schachtes erfolgt durch Cementplatten, die auf dem Mauerwerk beziehungsweise zwei quergelegten **T**-Trägern aufruhen und mit einer asphaltierten Dachpappeschicht bedeckt sind, welch letztere bis an den Rand der Einsteigöffnung geführt ist. Die Einfassung der Einsteigöffnung besteht aus zwei ringförmigen gusseisernen Kasten, von welchen der untere eine quadratische Grundfläche besitzt, die sich auf die

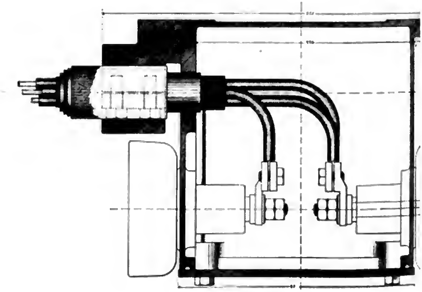
beiden T-Träger auflegt. Nach Innen gegen den oberen Kasten vorstehend ist eine ringförmige Wassersammelrinne nebst Abflussrohr angebracht. Der obere Gusskasten setzt sich konzentrisch auf den unteren auf und besitzt an der Innenfläche einen vorspringenden schraubenförmigen Ansatz, unter welchen sich beim Einsetzen des Deckels ein doppelarmiger Hebel schiebt, welcher vermittelst des Schachtschlüssels bewegt wird. Die Axe dieses Hebels hat einen T-förmigen Kopf, vermittelst dessen der Deckel mit Hilfe des Schachtschlüssels emporgehoben werden kann, sobald der Verschlusshebel aus dem Ansatz herausgedreht ist. Der Deckel legt sich mit einer ringförmigen Feder in eine Nut des oberen Gusskastens ein. Diese Nut enthält zur Abdichtung gegen Eintritt von Wasser einen Gummiring. Durch das Eindrehen des Verschlusshebels unter den schraubenförmigen Ansatz, wird gleichzeitig der Deckel auf den Gummiring fest aufgepresst, wodurch eine gute Abdichtung erreicht ist. Ein kleiner Deckel dient ausserdem noch zum Abschluss der Öffnung für den Schlüsselkopf. Zur bequemen Ein- und Ausführung der Kabel werden bei der Aufmauerung des Schachtes in den Seitenwänden Kabeleinführungsrohre eingemauert, die vermittelst asphaltierter Holzstopfen verschlossen werden. Die dem Fahrdamm zugekehrte Seite des Schachtes dient zur Anbringung der Kabelendverschlusskasten nebst Sicherungen und der Sammel- beziehungsweise Verteilungsschienen für den hochgespannten Strom, während auf der der Hausfront zugekehrten Seite die gleichen Einrichtungen für den niedergespannten Strom angebracht sind. In dem unteren Teil des Schachtes wird der Transformator aufgestellt, der vermittelst je zweier Sicherungen an die Hoch- beziehungsweise Niederspannungsverteilungsschienen angeschlossen ist. Über dem Transformator ist ein vollständig dicht schliessender Bodenbelag aus Schieferplatten hergestellt, an welchem auf der Hochspannungsseite noch eine dicht abschliessende vertikale Stirnwand angesetzt ist, die an dem Boden eine Ventilationsöffnung besitzt. Die Einrichtung der Ventilation ist folgende: Ein kleiner, gusseiserner Kasten, welcher mit der Rückseite an die Hausfront gesetzt ist und 40 cm über die Fusssteigfläche hervorragt, ist auf der Vorderseite jalousieartig ausgebildet und in der Mitte im Inneren durch eine Scheidewand in einen Zuluft- und Abluftraum getrennt. Von hier aus führen zwei Luftkanäle in das Innere des Transformatorenschachtes, von welchem der eine an der Decke desselben, die zweite direkt unter dem Schieferboden auf der Niederspannungsseite einmündet.

Die Lüftung geht derart vor sich, dass die durch den Transformator angewärmte Luft, welche durch den Bodenbelag und die Stirnwand an dem

PRIMÄR-ENDVE

FÜR VERSEILTES KABEL VON



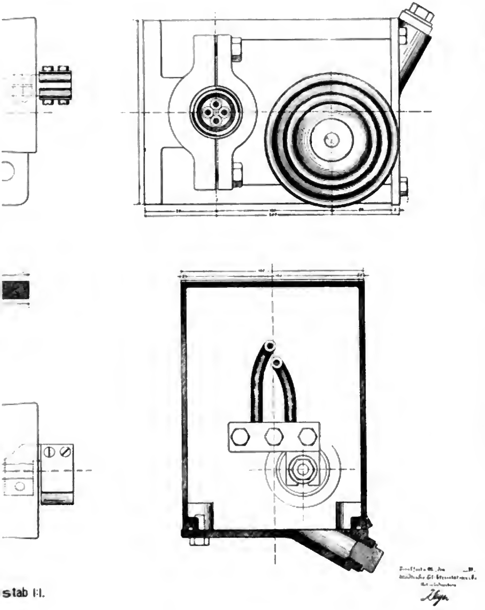


Ma

Z. 779 R. 7

## SCHLUSS-KASTEN

1 × 25 □m/m KUPFERQUERSCHNITT.



stab 1:1.

Aufsteigen in den oberen Schachtraum verhindert ist, gezwungen wird, durch das unter dem Bodenbelag einmündende Luftrohr in die Höhe zu steigen. Hierdurch entsteht in dem oberen Raum des Schachtes eine Luftverdünnung, die ein Nachströmen frischer Luft durch den an der Decke des Transformatorenraumes einmündenden Zuluftkanal bewirkt. Diese kalte Luft setzt sich allmälig zu Boden und strömt durch die am Boden der Stirnwand angebrachte Öffnung in den Raum unter dem Bodenbelag ein. Auf diese Weise ist es erreicht, dass der obere Raum, in welchen das Bedienungspersonal eintritt, stets mit kühler, frischer Luft erfüllt ist, während die heisse Luft unterhalb des Bodenbelags direkt abgeführt wird.

Um das Bedienungspersonal bei dem Betreten der Schächte gegen die zufällige Berührung stromführender Teile zu schützen, sind vor der Hoch- und Niederspannungsseite zweiteilige Abschlusstüren angebracht. Ausserdem hängen in jedem Schacht genaue Bedienungsvorschriften.

Der elektrische Teil des Schachtes ist wie folgt ausgebildet:

Die durch die Kabeleinführungsrohre einlaufenden Kabel münden in gusseiserne Endverschlusskasten ein, die auf Winkeleisenschienen befestigt sind. Die Pole sind seitlich, und zwar räumlich getrennt von einander, vermittelst blanker Kupferbolzen herausgeführt, auf welchen federnde Kupferkontakte angebracht sind. Zu beiden Seiten des Kastens sind ausserdem vertikale Kupferschienen auf Isolatoren angeordnet, auf welchen ebenfalls Kupferfedern, und zwar der Zahl und Höhenlage der Endverschlusskasten entsprechend, angebracht sind. Die Verbindung der Endverschlusskasten mit diesen Sammel- beziehungsweise Verteilungsschienen erfolgt durch ausschaltbare Sicherungen, welche in die erwähnten Federkontakte eingesetzt werden. Als Hochspannungssicherungen werden Porzellanröhrensicherungen verwendet, die ein sicheres Verlöschen des Lichtbogens gewährleisten. Die Niederspannungssicherungen sind auf Porzellanplatten befestigt. Von dem unteren Ende der Sammelschienen führen über je zwei doppelpolige Sicherungen die Kabel nach dem Transformator.

Die Transformatoren sind von der Firma Brown, Boveri & Co. gebaut und haben ein Übersetzungsverhältnis von 2850 auf 123 Volt. Sie sind zweisäulig und besitzen ein vierteiliges Eisengestell, welches sich auf entsprechend ausgebildete Rippen des gusseisernen Ölbehälters aufsetzt und vermittelst Zugstange und Spannbügel zusammengepresst wird. Der Zwischenraum zwischen Transformator und Kasten ist mit Harzöl ausgegossen. Von dem Mittelpunkt der Niederspannungswicklung führt ausserdem noch eine

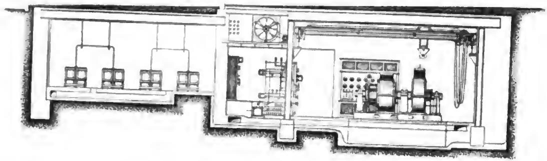
Leitung nach einer von der Firma Konstruktionswerke elektrischer Apparate System Bertram gelieferten Kondensatorsicherung, welche dazu dient, einen Übertritt von Hochspannung in das Niederspannungsnetz zu vermeiden.

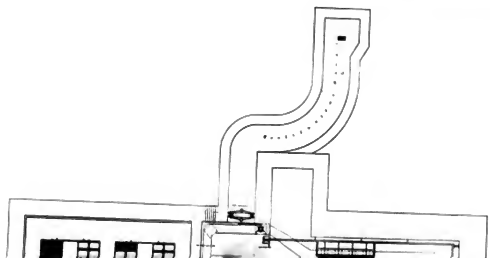
An das Niederspannungsnetz werden im Allgemeinen alle Lichtanlagen sowie Motoren bis zu 6 K. W. angeschlossen. Für sehr grosse Lichtanlagen, sowie für Motoren über 6 K. W. kommt ein besonderer Transformator zur Aufstellung. Der Anschluss an das Niederspannungskabelnetz erfolgt mittelst Abzweigmuffen, Anschlusskabel und Hausanschlusskasten. Letzterer ist mit einer doppelpoligen Sicherung versehen, welche auf dem Deckel angebracht ist. Beim Aufklappen des Deckels wird gleichzeitig die Sicherung ausgeschaltet und damit die Installationsleitung ausser Betrieb gesetzt. Die Zahl dieser Anschlüsse betrug am 1. April 1902 1726. In die Installationsleitung werden für jeden Stromabnehmer Elektrizitätszähler und zwar für Licht und Kraft getrennt eingebaut (siehe Installationsvorschriften). Es sind zur Zeit 2631 Lichtzähler und 648 Kraftzähler in Betrieb, welche zum grössten Teil von der Firma Hartmann & Braun und Schuckert & Co. geliefert wurden. Ausserdem sind auch Zähler der Firma Siemens & Halske und andere Systeme in geringerem Umfang in Verwendung. Die Montage der Zähler erfolgt auf besonderen Zählerbrettern aus Eichenholz, welche jeweils von dem Installateur anzubringen sind. Zu jedem Zähler hat ausserdem der Installateur eine Prüfklemme auf dem Zählerbrett anzubringen, welche von dem Elektrizitätswerk kostenlos geliefert wird.

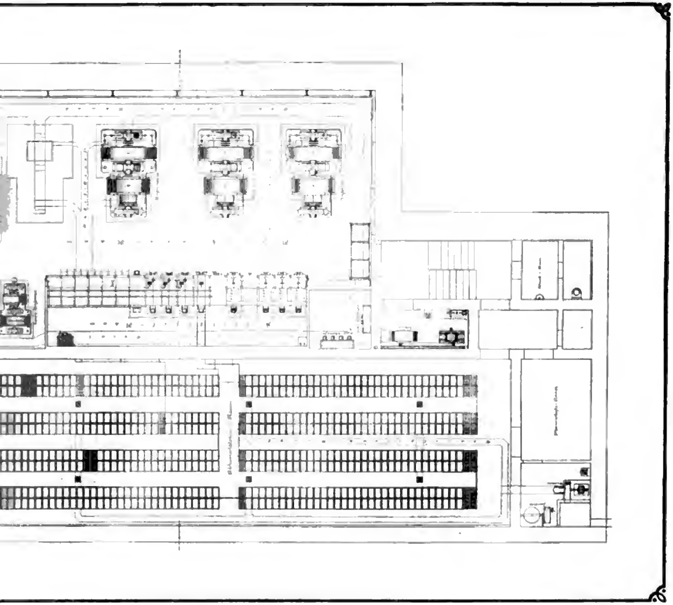
# STÄDTISCHE ELEKTRIZITÄTS-WERKE FRANKFURT AM MAIN

UMFORMERSTATION AM SCHILLERPLATZ.

M. 1:50.







## III.

# Umformerstation.

### 1. Baulicher Teil.

Die Umformerstation, welche zur Umwandlung des in der Zentrale erzeugten hochgespannten Wechselstromes in Gleichstrom von ca. 560 Volt zum Betrieb der städtischen Strassenbahn dient, ist unterirdisch unterhalb des Schillerplatzes im Zentrum der Stadt beziehungsweise dem Hauptbelastungspunkt des Strassenbahnnetzes angelegt. Ausser einigen kleinen Vor- und Nebenräumen besteht die Umformerstation im Wesentlichen aus dem Maschinen- nebst Schalttafelraum, sowie dem Akkumulatorenraum.

Die gesamte Grundfläche beläuft sich auf ca. 750 qm, während die grösste Tiefe von der Strassenoberfläche ab gerechnet rund 7 m beträgt. Die Sohle der Umformerstation besteht aus einer Betonschicht von 75 cm Höhe, welche mit einer Einlage von Asphaltfilz versehen ist, um das Eindringen von Grundwasser auszuschliessen. Die Umfassungsmauern sind vollständig aus Beton hergestellt. Die Stärke der Maschinenraummauer beträgt 1,40 m, während sich dieselbe bei dem Akkumulatorenraum sowie den Nebenräumen bis zu 0,8 m vermindert. Die Abdeckung ist aus eisernen Querträgern hergestellt, deren Zwischenräume ausbetoniert sind. Über diese Decke ist noch eine Asphaltschicht gelegt, welche gleichzeitig den Fusssteigbelag des Schillerplatzes bildet. In dieser Decke sind acht runde Oberlichter eingesetzt, sodass bei Tag eine künstliche Beleuchtung des Maschinenhauses nicht nötig ist.

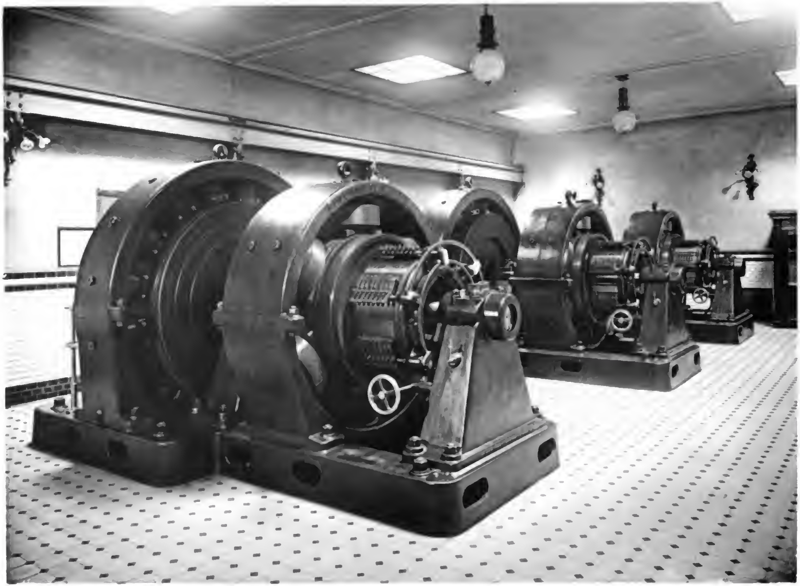
Die inneren Wände der Umfassungsmauern, sowie die Decken der Umformerstation sind nochmals in einem Abstande von 30 cm mit Rabitzwänden verkleidet.

Der Maschinenraum hat eine Grösse von 20 auf 9,5 m und eine lichte Höhe von 5 m. Die Maschinenfundamente sind auf einer 30 mm starken Schicht von Eisenfilz aufgesetzt und haben eine Höhe von 1,20 m. Die zwischen dem Fundament liegende Bodenfläche ist ausbetoniert und mit Mettlacher Platten bekleidet. Ein am Südende des Maschinenhauses angebrachter Schacht dient zum Einbringen der Maschinenteile. Der Maschinenraum genügt zur Aufstellung von vier Umformern von je 500 K.W. Gleichstrom, von welchen zur Zeit drei in Betrieb sind, während die Aufstellung des vierten Umformers in Vorbereitung begriffen ist.

Den Umformern gegenüber ist auf der östlichen Seite des Maschinenhauses der Schalttafelraum angeordnet, dessen Abschluss gegen die Maschinenhausseite durch die Apparatenwand gebildet wird, welche in ihrer ganzen Ausdehnung aus Marmorplatten besteht. Auf der linken Seite des Schalttafelraumes ist noch ein kleiner Vorraum, in welchem die Verteilungsschalttafeln für die Beleuchtung und für die Motoren der Lüftungsanlage aufgestellt sind. In dem Raume auf der rechten Seite der Schalttafel hat der Zusatzumformer zur Aufladung der Akkumulatorenbatterie Platz gefunden. Der Akkumulatorenraum liegt um 1,15 m höher wie der Maschinenraum und hat eine Bodenfläche von rund 28 auf 9,5 m bei einer Höhe von 3,45 m. An der Südostecke des Akkumulatorenraumes ist ein Luftschacht angeschlossen, welcher aussen in einer Litfasssäule endigt. An die Nordseite des Akkumulatorenraumes schliesst sich der Mannschaftsraum, sowie der Raum für die Ventilationsanlage des Akkumulatorenraumes nebst der dazu gehörigen Sodabrauseeinrichtung. Direkt über diesem Raum ist ebenfalls eine Litfasssäule aufgestellt, in welcher ein Materialienaufzug untergebracht ist. Die Ausführung der baulichen Arbeiten erfolgte durch die Firma Holzmann & Co.

Die Ventilationseinrichtung für den Maschinenraum ist eine doppelte, indem entweder frische Luft dem Maschinenraum eingepresst, oder auch die verbrauchte Luft abgesaugt werden kann, wodurch frische Luft von selbst nachströmt. Zum Einpressen von frischer Luft ist in einem Raume neben der Treppe ein elektrisch betriebener Exhaustor, welcher 550 cbm pro Minute leistet, aufgestellt. Von dem Exhaustor führen Kanäle unter dem Fussboden rings um den Maschinenraum herum, von welchen Abzweige direkt bis unter die Lager der einzelnen Maschinen führen. Durch diese Anordnung der Zuluft-

Umformerstation.



Maschinenraum.

kanäle werden gleichzeitig auch die Maschinen sehr wirkungsvoll gekühlt. Die Einrichtung zum Absaugen der verbrauchten Luft ist in dem Raum über der Schalttafel, welcher gleichzeitig auch als Kabeleinführungsraum dient, untergebracht und besteht aus einem Ventilator, der 550 cbm Luft pro Minute absaugt. Dieser Ventilationsraum steht vermittelst mehrerer grosser Öffnungen, welche durch Blechplatten verschlossen werden können, mit dem Maschinenraum in Verbindung. Um beim Gebrauch dieses Ventilators das Maschinenpersonal vor direktem Luftzug zu schützen, ist vor der Eingangstür ein Windfang angebracht, der gleichzeitig die frische Luft zwingt, direkt durch die Maschinen zu streichen. Zur Ventilation des Akkumulatorenraumes sind Luftabzugskanäle im Boden angebracht und endigen in einem Sammelkanal, welcher nach dem Ventilator führt. Derselbe leistet 170 cbm Luft pro Minute und presst die säuredampfhaltige Luft in einen Brauseraum, wo die Säure durch Einspritzung einer Sodalösung vermittelst zweier Körting'schen Streudüsen niedergeschlagen wird; die Abwässer fliessen in den Kanal ab. Das Nachströmen der frischen Luft zum Akkumulatorenraum erfolgt hierbei selbsttätig durch die bereits erwähnte Litfasssäule.

Gegen das Eindringen von Hochwasser ist die Entwässerungsanlage von dem Kanal durch einen Absperrschieber gesichert. Kleinere Mengen von eventuell eindringendem Grundwasser können durch eine Zentrifugalpumpe, welche an dem tiefsten Punkte der Umformerstation angebracht ist, entfernt werden. Diese Pumpe leistet 110 Liter in der Minute und ist mit einem ³/₄ P. S.-Motor direkt gekuppelt.

## 2. Elektrischer Teil.

Der gesamte elektrische Teil der Umformerstation ist mit Ausnahme der Pufferbatterie von der Firma Brown, Boveri & Co. geliefert worden und besteht aus drei Umformern für 500 K. W. Gleichstrom und einem Asynchron-Gleichstrom-Umformer für 60 K. W. Leistung zum Aufladen der Akkumulatorenbatterie, nebst der zugehörigen Schaltanlage. Jeder Umformer besteht aus Motor und Dynamo, welche direkt mit einander gekuppelt sind und auf drei Lagern ruhen, die auf einer gemeinsamen Fundamentplatte aufgesetzt sind. Die Motoren sind Einphasen-Wechselstrom-Synchron-Motoren System Braun für 2850 Volt Betriebsspannung und 750 effektive P. S. Die Hochspannungswicklung ist in dem Rotor angeordnet und erhält den Strom

durch zwei auf der Welle angebrachte Schleifringe. Das Magnetfeld, welches den Stator bildet, ist sechszehnpolig ausgebildet, was einer minutlichen Tourenzahl von 340 entspricht. Der Motor hat eine Höhe von 3 m, während der Durchmesser des Ankers rund 2 m beträgt. Die mit dem Motor direkt gekuppelte Gleichstrommaschine leistet 500 K. W. bei 550 Volt Spannung und ist als sechspolige Nebenschlussmaschine ausgebildet. Die Erregung erfolgt wie bei dem Motor von den Gleichstromsammelschienen aus. Der bei der Abnahmeprüfung erreichte Nutzeffekt der Umformer betrug bei voller Belastung 91 %.

Der Zusatzumformer besteht aus einem Asynchron-Einphasen-Motor für 2850 Volt Betriebsspannung und arbeitet direkt gekuppelt auf eine vierpolige Gleichstrommaschine, welche ihre Erregung durch eine kleine zweipolige Erregermaschine erhält, die auf das Wellenende an der Dynamoseite direkt aufgesetzt ist. Der Anker der Zusatzmaschine benutzt zwei Wicklungen, die zum Aufladen parallelgeschaltet 300 Volt und 200 Ampère ergiebt und bei Hintereinanderschaltung zum Betriebe der Strassenbeleuchtung 100 Ampère bei 600 Volt liefert.

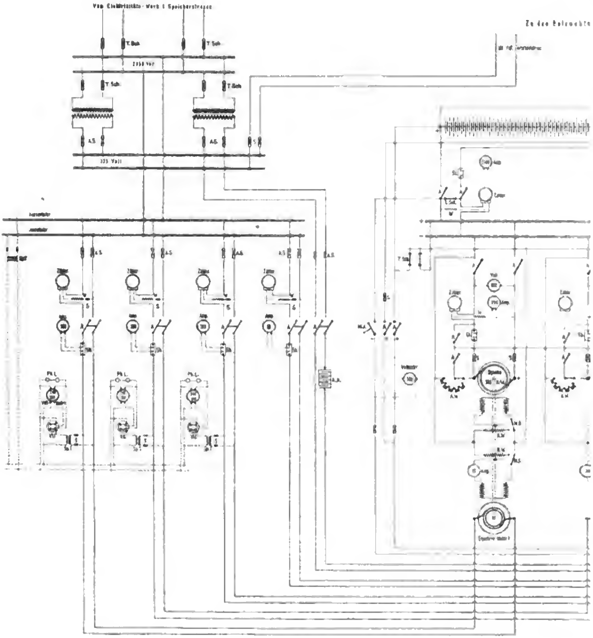
Die Umformerstation erhält den Wechselstrom von 3000 Volt Spannung vermittelst zweier Kabel von 2 × 210 beziehungsweise 4 × 105 qmm Querschnitt von dem Elektrizitäts-Werk I zugeführt. Zur Reserve ist noch ein Kabel von 2 × 210 qmm verlegt worden, welches die Umformerstation mit dem zunächst gelegenen Netz-Speisepunkt (Am Salzhaus) verbindet. Die Kabel endigen oberhalb der Schalttafel in einem Verteilungsraum, von welchem aus blanke Kupferschienen nach den Hochspannungsverteilungsschienen der Schalttafel führen. In dem Verteilungsraume sind noch zwei Transformatoren von je 30 K. W. aufgestellt, welche Wechselstrom von 120 Volt für die Beleuchtung und den Betrieb der Lüftungsmotoren sowie zum Anlauf des Zusatzumformers liefern.

Die Schalttafel ist derart ausgeführt, dass Wechsel- und Gleichstrom vollständig von einander getrennt sind. Sie besteht aus 17 Feldern, die nach dem Maschinenraum mit Marmorplatten, auf welchen die Instrumente und Apparate angebracht sind, abgeschlossen sind.

Hiervon entfallen fünf Felder auf die Motoren, ein Feld auf die Akkumulatorenbatterie, fünf Felder auf die Dynamomaschinen und sechs Felder auf die abgehenden Gleichstromspeiseleitungen.

Die Schalttafel enthält in übersichtlichster Anordnung alle Apparate und Instrumente zum Inbetriebsetzen, Parallelschalten und Regulierung der Maschinen sowie zum Aufladen der Akkumulatorenbatterie.

# SCHALTUNGSSCHEMA FÜR DIE UN

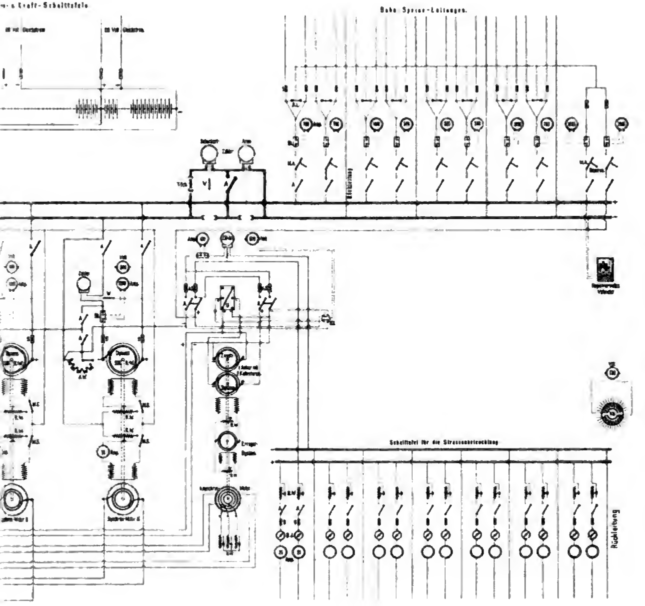


Zeiche

A. Ausschalter
M.A. Maximal-Ausschalter
Mi-A Minimal-Ausschalter
M.S. Magnet-Schalter
U. Umschalter.
T.-Sch. Trenn-Schalter.
V.U. Voltmeter-Umschalter.
S. Sicherung
A.S. Ausschaltbare Sicherung

Ph.-L. Phasen-Lampen
B.-J. Bogenlampen-Jndikator.
Sh. Shunt
Sp.T. Spannungs-Transformator
A.W. Anlass-Widerstand
R.W. Regulier-Widerstand
W. Vorschalt-Widerstand
A.L. Abklemmbare Leitungsstücke
A.A. Anlass-Apparat.

## …FORMERSTATION AM SCHILLERPLATZ.



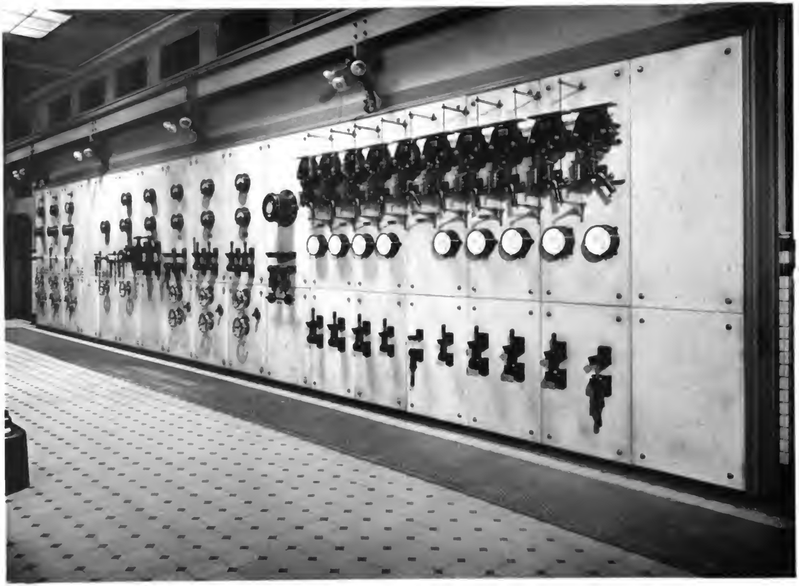

Erklärung:

Wechselstrom-Leitungen.
Voltmeterleitungen für Wechselstrom.
Amperemeter . . . .
Gleichstrom-Leitungen.
Voltmeterleitungen für Gleichstrom.
Amperemeter . . .

…für die Reserve-Automaten.

Städtische Elektricitäts-Werke
Frankfurt a. M.

Umformerstation.



Schalttafel.

Umformerstation.



Akkumulatorenraum.

Jeder Motor und jede Dynamo sowie die Batterie besitzt einen eigenen Zähler. Ausserdem wird die gesamte an die Bahnspeisekabel abgegebene Energie nochmals durch zwei Sammelzähler, System Aron, für 3000 Ampère und 600 Volt in Hintereinanderschaltung gemessen.

Die neben dem Maschinenraum aufgestellte Akkumulatorenbatterie ist in ihrer Grösse derart gewählt, dass sie einen Umformer auf die Dauer einer Stunde ersetzen kann. Sie ist von den Akkumulatorenwerken System Pollak geliefert und besteht aus 552 Doppel-Elementen der Type *R* in Hintereinanderschaltung. Die Entladestromstärke beträgt 920 Ampère bei einstündiger Entladung. Die Batterie ist seit der Betriebseröffnung im März 1899 ununterbrochen eingeschaltet und hat sich bis jetzt tadellos gehalten; ein Auswechseln von Platten hat bisher noch nicht stattgefunden. Von der Batterie führen die Leitungen über das Batteriefeld der Schalttafel nach den Gleichstromsammelschienen.

Die Speisekabel stehen durch Sicherungen, automatische Ausschalter und Handausschalter in Hintereinanderschaltung mit den Gleichstromsammelschienen in Verbindung. Ausserdem kann jedes Speisekabel vermittelst eines Verbindungsstückes in kürzester Zeit auf eine Hilfsschiene umgeschaltet werden, welche durch zwei Automaten nebst Handausschaltern mit den Sammelschienen in Verbindung stehen. Hierdurch kann jede Störung infolge Verbrennens eines Automaten schnellstens behoben werden.

Von der positiven Gleichstromsammelschiene führen insgesamt 16 positive Speisekabel nach acht Speisepunkten, während der Hauptbelastungspunkt an der Hauptwache durch vier Schienenrückleitungskabel mit der negativen Sammelschiene verbunden ist.

Die Speisekabel sind in Querschnitten von 120 bis 625 qmm verlegt, während die vier Rückleitungskabel einen Querschnitt von je 800 qmm haben.

Ein weiterer Abzweig führt von den Gleichstromsammelschienen nach einer kleinen Umschaltetafel, welche auf der Rückwand des Schalttafelraumes angebracht ist. Dieselbe dient zur Vornahme der Umschaltungen des Doppelankers der Zusatzmaschine, sofern dieselbe zum Laden oder für den Betrieb der Strassenbeleuchtung benutzt werden soll. Die Umschalttafel steht durch ein Kabel mit der Schalttafel für die Strassenbeleuchtung, welche auf der westlichen Wand des Maschinenraumes angebracht ist, in Verbindung.

Die Beleuchtungsanlage, welche von der Firma Siemens & Halske, A.-G. geliefert wurde, besteht aus 12 Stromkreisen von je 11 Lampen in Serie, welche zur Beleuchtung der Strassenzüge Zeil, Kaiserstrasse, Steinweg, Goethestrasse,

Neue Mainzerstrasse und Opernplatz dienen. Ferner sind noch zwei Stromkreise zur Beleuchtung des neuen Theaterplatzes an der Gallusanlage hinzugekommen. Hierbei sind je fünf hintereinandergeschaltete Dauerbrandlampen der Union-Elektrizitätsgesellschaft zur Verwendung gekommen.

Ausser dieser Gleichstrom-Strassenbeleuchtung sind auf dem Goetheplatz, sowie der Ober- und Untermainbrücke noch insgesamt 34 Wechselstrom-Bogenlampen in Betrieb. Dieselben werden vermittelst Einzeltransformatoren für 120/35 Volt gespeist.

Elektrizitätswerk II.



Aussenansicht.

IV.

# Geschichtlicher Überblick

über die

# Entwicklung des Elektrizitäts-Werkes II.

Das im Jahre 1892 von der Kommandit-Gesellschaft W. Lahmeyer & Co., hier erbaute, im Jahre 1893 in Betrieb genommene und am 1. Juli 1899 an die Aktiengesellschaft Elektrizitätswerk Bockenheim übergegangene Elektrizitätswerk Bockenheim wurde von der Stadt Frankfurt durch Vertrag vom 27. November und 16. Dezember 1900 erworben. Vom 1. Juli 1900 ab wurde der Betrieb bereits für Rechnung der Stadt geführt; am 1. Januar 1901 übernahm die Stadt selbst den Betrieb des Werkes. Nachdem auch dieses Werk der Betriebsdirektion des Städtischen Elektrizitätswerkes unterstellt wurde, genehmigte der Magistrat die Änderung der Firma Betriebsdirektion des Städtischen Elektrizitätswerkes in „Betriebsdirektion der Städtischen Elektrizitäts-Werke".

Die Zentrale des Elektrizitätswerkes liefert 2 × 110 Volt Gleichstrom für Beleuchtungszwecke und kleinere Motoren, sowie 3 × 700 Volt Drehstrom ausschliesslich für Kraftzwecke. In einer in der Florastrasse in Bockenheim befindlichen Unterstation kann ferner nach Bedarf weiterer Gleichstrom durch Umformung aus dem von der Zentrale abgegebenen Drehstrom erzeugt werden. In dieser Unterstation befindet sich auch eine kleine Akkumulatorenbatterie.

Die Zentrale besitzt:

1. zwei Tandem-Verbundmaschinen von je 250 P. S. gekuppelt mit je einem Drehstromgenerator von 100 K. W. und einer Gleichstromdynamo von 55 K. W.,

2. eine Verbund-Dampfmaschine von 750 P. S., gekuppelt mit einem Drehstromgenerator von 400 K. W. und zwei Gleichstromdynamos von je 66 K. W. und
3. eine Verbund-Dampfmaschine von 1000 P. S. gekuppelt mit einem Drehstromgenerator von 400 K. W. und zwei Gleichstromdynamos von je 80 K. W. Sämtliche Dynamos sind von der Elektrizitäts-Aktien-Gesellschaft vorm. W. Lahmeyer & Co. gebaut, während die Dampfmaschinen von der Firma Pokorny & Wittekind, Frankfurt a. M.-Bockenheim geliefert wurden.

Mit dem Anschluss einer Umformerstation auf dem Hauptgüterbahnhof, welche drei Umformer von je 70 K. W. zur Umwandlung von Drehstrom in Gleichstrom für die Beleuchtung des Hauptgüterbahnhofes enthält und dem weiter in Aussicht genommenen Anschluss der neu erbauten umfangreichen Werkstätten-Anlagen auf dem Gelände der Eisenbahndirektion Frankfurt a. M. ergab sich die Notwendigkeit, die Kesselanlage, welche beim Hauptbetrieb im Winter ohne Reserve zu arbeiten hatte, zu erweitern.

Die Erweiterung bedingte die Errichtung eines Anbaues an das vorhandene Kesselhaus, die Errichtung eines zweiten Schornsteines, den Ersatz des abgängig gewordenen Gradirwerkes durch ein neues leistungsfähigeres und die Aufstellung eines Ekonomisers.

Die Neuanlagen wurden im Mai 1902 fertiggestellt und zu dieser Zeit auch dem Betriebe übergeben.

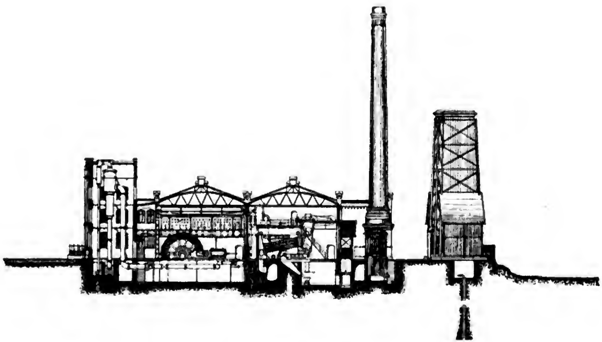
Die neuen Dampfkessel, Wasserrohrkessel von den Deutschen Babcock & Wilcox Dampfkesselwerken in Oberhausen (Rheinland) haben selbsttätige Kettenroste erhalten, mit denen sehr zufriedenstellende Resultate sowohl hinsichtlich der Ökonomie als auch der rauchfreien Verbrennung erzielt wurden.

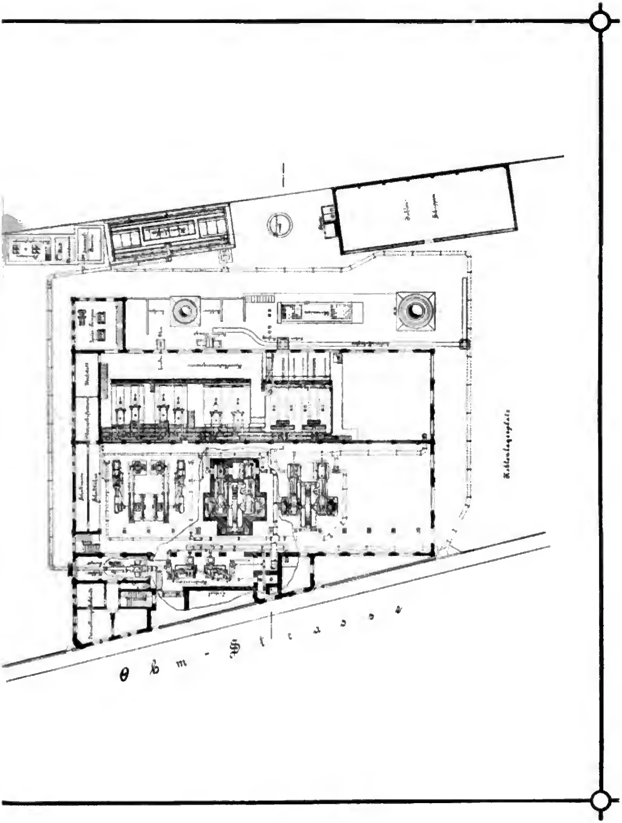
Auch die übrigen Neuanlagen haben den gehegten Erwartungen in Bezug auf Ersparnisse im Betriebe durchweg entsprochen und darf man einen günstigen Einfluss auf die Erträgnisse des Elektrizitätswerkes II von ihnen erhoffen.

STÄDTISCHE ELEKTRIZITÄTS-WERKE FRANKFURT AM MAIN

WERK II OHMSTRASSE

M. 1:200




Ohm-Strasse

## V.

# Beschreibung des Elektrizitäts-Werkes II.

### 1. Baulicher Teil.

Die verschiedenen Betriebsräume der Zentrale und das Verwaltungsgebäude bilden einen einheitlichen Häuserkomplex, der an der Nordseite unmittelbar von der Strasse begrenzt wird und auf den anderen Seiten von einem geräumigen Hofraum umgeben ist. Getrennt von diesem Block sind auf dem Hofe ein Kohlenbunker, ein Kaminkühler, zwei Schornsteine, sowie ein im eigentlichen Sinne nicht zur Zentrale gehöriges Fabrikgebäude, welches jetzt als Kabellager dient, errichtet. Sämtliche Gebäude sind massiv aus Backsteinen aufgeführt und an den Hauptfronten mit gelben und roten Verblendsteinen versehen. Das zweistöckige Verwaltungsgebäude umfasst die Arbeitszimmer für den Ingenieur, den Maschinenmeister, den Magazinverwalter, sowie ein Laboratorium, ein Magazin und diverse Lagerräume. An dieses schliesst sich nach Süden direkt das 790 qm grosse Maschinenhaus und an dieses wiederum das Kesselhaus mit 583 qm Grundfläche an. Vom Kesselhaus sind zwei kleinere Räume abgetrennt, die als Werkstatt dienen. An das Kesselhaus endlich ist mit der Hauptfront abschneidend ein kleiner Bau angebaut, in welchem die Speisepumpen und die Wasserreinigungsanlage untergebracht sind. Das Verwaltungsgebäude und das Maschinenhaus sind unterkellert.

## 2. Kesselanlage.

Die Kesselanlage des Werks besteht aus acht Wasserröhrenkesseln mit einer Gesamtheizfläche von 1464 qm und einer Gesamtrostfläche von 29,1 qm und zwar: vier Simonis & Lanz-Kessel mit je 100 qm Heizfläche und je 2,5 qm Rostfläche, zwei Simonis & Lanz-Kessel mit je 200 qm Heizfläche und je 3,57 qm Rostfläche, sowie zwei Babcock-Wilcox-Kessel mit je 332 qm Heizfläche und je 6,89 qm Rostfläche. Die Simonis & Lanz-Kessel sind mit Planrostfeuerungen versehen und für einen maximalen Dampfdruck von neun Atmosphären konzessioniert; die Babcock-Wilcox-Kessel haben automatische Kettenrostfeuerungen sowie Überhitzer und sind für eine maximale Dampfspannung von 12 Atmosphären gebaut. Sämtliche Kessel sind in Blocks zu je zwei Stück vereint in einer Reihe aufgestellt. Der Kesselhausfussboden vor den Babcock-Wilcox-Kesseln ist mit einem Schlackenkeller versehen, aus welchem die Schlacke der sich selbsttätig entschlackenden Kettenroste mittelst Aufzuges entfernt wird.

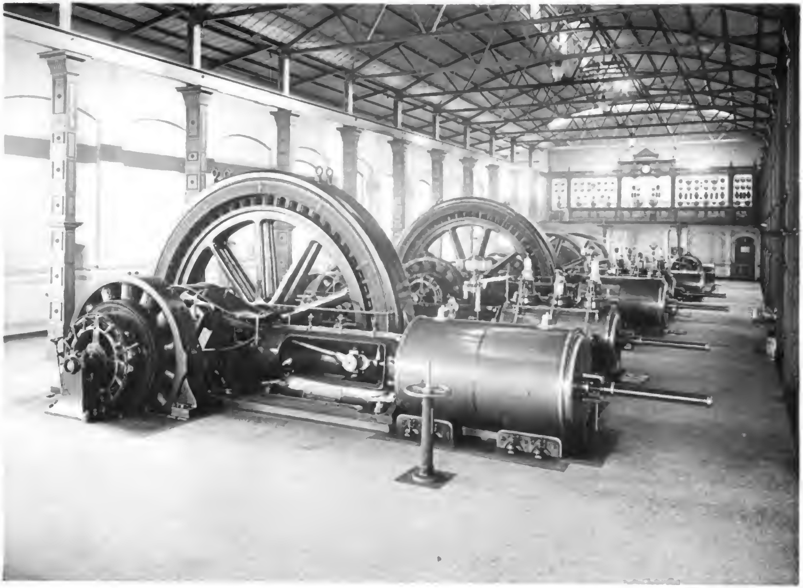
Der Abzug der Rauchgase erfolgt durch zwei Kamine, von denen der grössere eine Höhe von 50 m und eine lichte Weite am Kopf von 2 m, der kleinere eine Höhe von 36 m und eine Weite von 1,4 m am Kopf hat.

## 3. Rohrleitung und Speiseanlage.

Der von den Kesseln erzeugte Dampf geht von den Dampfdomen aus in die Hauptdampfleitung, welche der grösseren Betriebssicherheit halber als Doppelleitung ausgebildet ist und durch Absperrventile unterteilt werden kann und von hier aus durch Einzelleitungen zu den Dampfmaschinen. Die Gesamtlänge der Frischdampfleitung beträgt 195 m; der grösste Durchmesser der sich gegen die kleinen Maschinen hin verjüngenden Leitung ist 225 mm und der kleinste 125 mm.

Die Kesselspeiseanlage ist, wie schon erwähnt, in einem vom Kesselhaus gesonderten Raum untergebracht. Sie besteht in: zwei stehenden Verbundpumpen mit einer maximalen Leistung von je 15 cbm pro Stunde; einer liegenden vierfachwirkenden Weise & Monski-Pumpe für 25 cbm stündliche maximale Leistung sowie zwei Injektoren für 250 Liter pro Stunde bei einem Dampfdruck von 9 cbm. Das Speisewasser wird aus einem unter dem Pumpenraum befindlichen Sammelbassin entnommen, in welches es von der Wasserreinigung aus abfliesst; doch können die Pumpen auch auf einen

Elektrizitätswerk II.



Maschinenraum.

der Kaltwasserbrunnen umgeschaltet werden; die Injektoren saugen direkt aus diesem Brunnen. Zur Reinigung des Wassers dienen vier Bassins mit einem Gesamtinhalt von 24 cbm, welche über dem Pumpenraum aufgestellt sind; zur Förderung des ungereinigten Wassers aus den Brunnen werden eine Worthington-Pumpe und ein Elevator benutzt, und als Reserve ist ein Anschluss an die städtische Wasserleitung vorgesehen. Die Speiseleitung ist als Ringleitung ausgebildet und hat bei einem Durchmesser von 100 mm eine Gesamtlänge von 127 m. Zur Messung des Wassers sind zwei Siemens & Halske-Wassermesser eingebaut, sowie zur Vorwärmung ein Green'scher Ekonomiser und gelangt durch letztere Vorrichtung das Wasser mit einer Temperatur von ca. 120° in die Kessel.

## 4. Dampfmaschinen und Kondensation.

Die maximale Gesamtleistung der Dampfmaschinen des Elektrizitätswerkes II beträgt 2250 P. S., welche sich auf vier Maschinen verteilt und zwar: zwei liegende Tandem-Verbundmaschinen mit je 250 P. S. maximal, 400/600 mm Zylinderdurchmesser, 850 mm Hub; eine liegende Verbundmaschine, zweifache Expansion, mit 750 P. S. maximal, 615/975 mm Zylinderdurchmesser, 1150 mm Hub; eine liegende Verbundmaschine, zweifache Expansion, mit 1000 P. S. maximal, 635/1000 mm Zylinderdurchmesser, 1150 mm Hub.

Sämtliche Maschinen haben Ventilsteuerung für den Hochdruckzylinder und Schiebersteuerung für den Niederdruckzylinder. Gebaut sind dieselben von der Firma Pokorny & Wittekind in Frankfurt a. M.-Bockenheim.

Die ersterwähnten Tandemmaschinen sind mit Schwungrad versehen und mit einer Drehstrommaschine direkt mit einer Gleichstrommaschine durch Riemenantrieb gekuppelt.

Die beiden anderen Maschinen treiben je drei Dynamos an und zwar ist bei diesen nach dem Zwillingsmaschinen-Typus gebauten Maschinen eine Drehstromdynamo in der Mitte, je eine Gleichstromdynamo auf den Enden der Welle angeordnet; der Induktor der Drehstrommaschine dient zugleich als Schwungrad.

Die Dampfmaschinen sind an eine Zentral-Kondensationsanlage angeschlossen, können jedoch auch auf Auspuff umgeschaltet werden. Die Kondensationsanlage ist eine Weiss'sche Gegenstrom-Kondensation, welche in einem an das Maschinenhaus angebauten Turm untergebracht ist. Die Kühlwasser- und Luftpumpen sind im Maschinenhauskeller aufgestellt und

zwar zwei Aggregate, bestehend aus je einer Kühlwasserpumpe und einer Luftpumpe, welche gemeinsam von einem 30 P. S. Elektromotor angetrieben werden. Zur Kühlung des Kondensats ist eine Rückkühlanlage vorgesehen, bestehend aus zwei elektrisch angetriebenen Kreiselpumpen, sowie einer Dampfpumpe für 400 cbm maximal stündlich bei 100 Touren und einem Kaminkühler der Firma Balcke & Co., Bochum in Westfalen, für eine Kühlwirkung für 400 cbm stündlich von 45° im Mittel auf 26° bei 10° Lufttemperatur. Die Druckrohrleitung zwischen den Pumpen und dem Kühler hat eine Länge von 92 m und eine lichte Weite von 350 mm. Zur Ergänzung des Kühlwassers ist in einem neben dem Turmkühler gelegenen unterirdischen Raum eine elektrisch angetriebene Kaltwasserpumpe aufgestellt, welche das Wasser den beiden Brunnen im Hofe entnimmt und der Kühlerabflussleitung zuführt.

## 5. Elektrische Anlage.

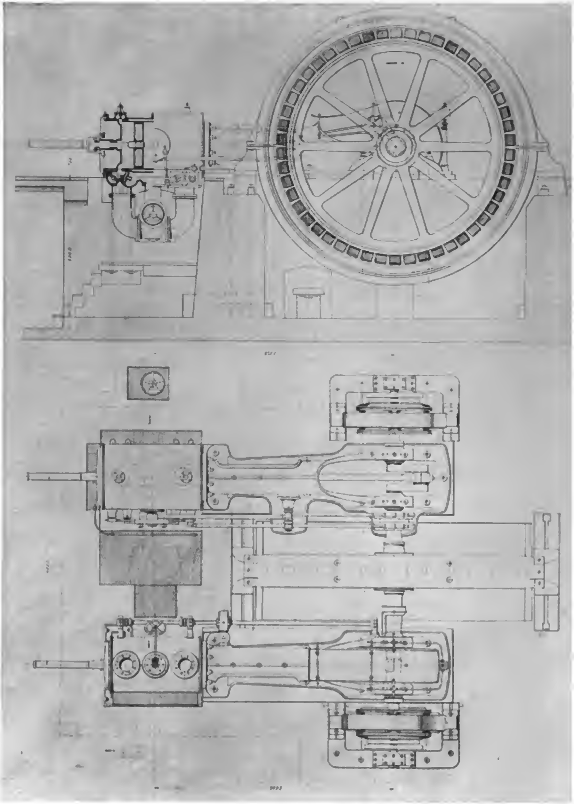
An Dynamomaschinen besitzt das Werk:

2 Drehstrommaschinen für 100 K. W. maximal bei induktionsfreier Belastung.
2 „ „ 400 „ „ „ „ „
für eine Klemmspannung von 750 Volt,
2 Gleichstromdynamos für 55 K. W. maximal und 220 Volt,
2 „ „ 65 „ „ „ 220 „
2 „ „ 80 „ „ „ 220 „

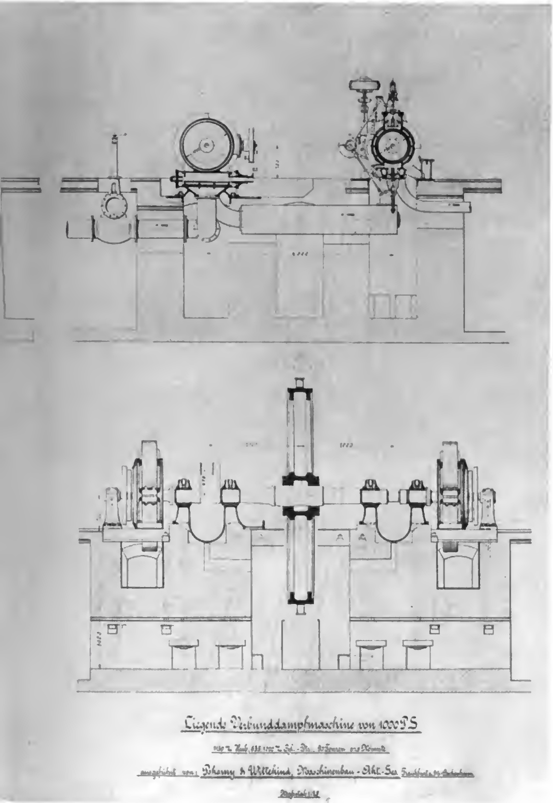
Die Gesamtleistung beträgt somit:

Drehstrom . . . . . . . . . . 1000 K. W.
Gleichstrom . . . . . . . . . . 400 „

Die Gleichstrommaschinen sind Aussenpolmaschinen; die Drehstrommaschinen sind mit feststehender Ankerwicklung und rotierendem Magnetfeld ausgeführt, dessen Erregung für alle Maschinen zentral von den Gleichstromsammelschienen des Schaltbretts aus erfolgt. Sämtliche Dynamos sind von der Firma Lahmeyer & Co., Frankfurt a. M., gebaut. Die Schalttafel ist auf einer 3 m über dem Maschinenhausfussboden errichteten Gallerie aufgestellt. Sie ist in fünf mit Marmortafeln versehene Felder eingeteilt, von denen zwei für Drehstrom und drei für Gleichstrom bestimmt sind. Alle Schaltapparate und Messinstrumente sind von hinten her angeschlossen, sodass auf der Vorderseite eine für das Bedienungspersonal gefährliche Spannung nicht herrscht; ausserdem ist das Eisengerüst besonders geerdet. Die Sammelschienenspannung für Drehstrom beträgt 750 Volt, für Gleichstrom 240 Volt.



1000 P. S. D


Liegende Verbunddampfmaschine von 1000 PS
ausgeführt von: Pokorny & Wittekind, Maschinenbau-Akt.-Ges.

mpfdynamo.

Die Kabelnetzanschlüsse nebst den zugehörigen Sicherungen sind in einem abgeschlossenen Raum unter der Schalttafelgallerie untergebracht; die Sicherungen sind auf schrägliegenden Marmorplatten montiert und können bequem ausgewechselt werden; das Eisengerüst, welches die Marmorplatten trägt, ist ebenfalls mit einer besonderen Erdleitung versehen.

## 6. Kabelnetz, Hausanschlüsse, Zähler und Unterstation.

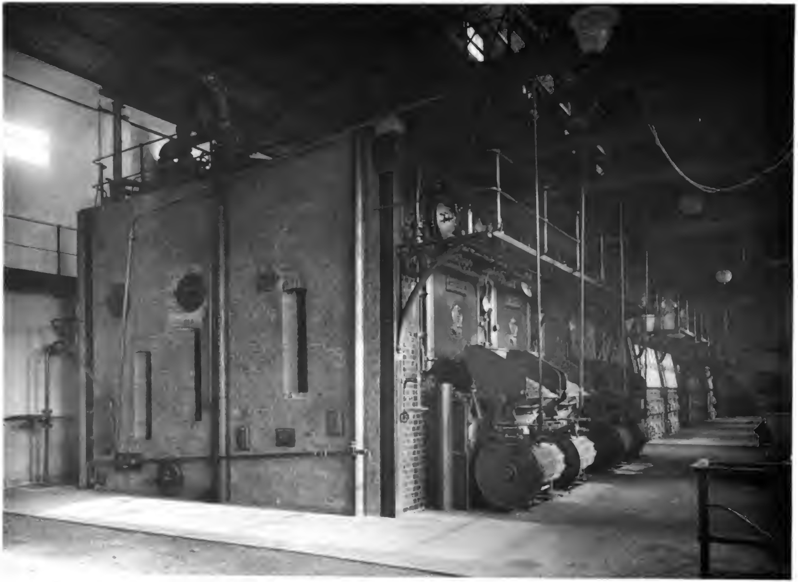
Wie im Werk zwei verschiedene Stromarten erzeugt werden, so besitzt es auch zwei vollständig von einander getrennte Kabelnetze. Das Drehstromnetz wird direkt von der Zentrale ohne Zuhilfenahme besonderer Speisepunkte gleichen Potentials gespeist. Es ist zum grössten Teil unterirdisch verlegt und sind zu den ältesten Strecken eisenbandarmierte konzentrische dreifache Kabel, zu den neueren Strecken eisenbandarmierte dreifach verseilte Kabel verwendet. Einige Ausläufer existieren noch als Freileitung, die mittelst Isolatoren auf Holzmasten verlegt ist. Das Netz kann an vier Stellen getrennt beziehungsweise streckenweise stromlos gemacht werden. Die Gesamtlänge der Leitungen beträgt 6948 m; die zur Verwendung gekommenen Querschnitte sind 3 × 150 qmm, 3 × 70, 3 × 50 und 3 × 16 qmm. Der Drehstrom wird lediglich für den Betrieb von Motoren verwendet und zwar ohne vorherige Transformation direkt mit der Spannung von 720 Volt. Zur Zeit sind 28 Hausanschlüsse mit zusammen 845 K. W. an das Drehstromnetz angeschlossen.

Die Verteilung des Gleichstromes geschieht nach dem Dreileitersystem mit einer Netzspannung von 2 × 110 Volt. Von der Zentrale und der später noch zu erwähnenden Unterstation aus werden mittelst Speiseleitungen im Ganzen 14 Speisepunkte unter konstanter Spannung mit Strom versorgt, an welche sich das Verteilungsnetz anschliesst. Der Aussenleiter für das Gleichstromnetz ist ebenso wie das Drehstromnetz unterirdisch verlegt und sind nur einzelne Ausläufer als Freileitung montiert. Als Speiseleitungen und Aussenleiter sind eisenbandarmierte einfache Kabel verwendet; der Mittelleiter liegt als blanker Kupferdraht in der Erde. Die Speisepunkte sind in gusseisernen Kabelkasten montiert und sind ausser obigen 14 Stück noch fünf weitere vorhanden, die als Trennpunkte des Verteilungsnetzes dienen. Der Gleichstrom wird zu Beleuchtungszwecken und für kleinere Motoren bis zu 3 P. S. benutzt. Die Anzahl der Hausanschlüsse beträgt zur Zeit 215 Stück mit 394 K. W. für Licht und 477 K. W. für Kraft.

Zur Unterstützung der an der Südgrenze des Stadtteils Bockenheim gelegenen Zentrale wurde im Nordende eine Unterstation angelegt. Hier befindet sich ein 150 P.S. Drehstrommotor direkt gekuppelt mit einer Gleichstromdynamo von 400 Ampère sowie eine Batterie mit einer Kapazität von 486 Ampèrestunden bei dreistündiger Entladung. Die Batterie dient an Werktagen neben einem in der Zentrale befindlichen Ausgleichaggregat zum Ausgleich der Spannungsschwankungen in den beiden Netzhälften, an Feiertagen jedoch auch zur Stromabgabe während der Tageszeit, solange der Betrieb in der Zentrale eingestellt ist.

Die Abgabe des Stromes an die Konsumenten geschieht sowohl für Licht- als auch für Kraftstrom teils nach Zähler teils nach einem Pauschaltarif. An Zählersystemen sind hauptsächlich in Benutzung: Aronzähler für Drehstrom und Gleichstrom; Schuckert (Raab)-Zähler für Drehstrom und Flügelwattstundenzähler von Siemens & Halske für Gleichstrom.

Elektrizitätswerk II.



Kesselhaus.

## VI.

# Hausinstallationen.

Während die Herstellung der Hausanschlüsse sowie Montage der Elektrizitätszähler lediglich seitens des Elektrizitätswerkes erfolgt, bleibt die Ausführung von Hausinstallationen denjenigen Installationsfirmen überlassen, welche hierzu die schriftliche Erlaubnis der Betriebsdirektion besitzen. Die Erlaubnis zur Ausführung von Installationen im Anschluss an das Kabelnetz der Städtischen Elektrizitäts-Werke wird nur ortsansässigen Firmen erteilt, welche die Installationsarbeiten unter Leitung eines Technikers ausführen lassen, der die hierzu nötigen Vorkenntnisse und Erfahrungen durch Zeugnisse nachweisen kann. Die Erlaubnis wird nur auf Widerruf und nach Leistung eines Haftgeldes in Höhe von 1000 Mark erteilt, sofern obige Bedingungen erfüllt sind.

Bezüglich des Geschäftsverkehrs mit den Installationsfirmen wird auf die Vorschriften für die Ausführung elektrischer Anlagen (Anlage 3) verwiesen. Jede Installation sowie insbesondere auch jede Nachinstallation bedarf vor dem Anschluss einer Fertigmeldung unter gleichzeitiger Beifügung eines genauen Planes, worauf die Anlage von den Elektrizitätswerken geprüft und angeschlossen wird.

Zur Erleichterung des Geschäftsverkehrs dürfen Nachinstallationen nach erteilter Erlaubnis seitens der Betriebsdirektion von dem Installateur selbst angeschlossen werden. In diesem Falle erfolgt die Prüfung nachträglich.

Für die Ausführung der Installationen gelten die Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, welchen einige Ausführungsbestimmungen hinzugefügt worden sind.

Dieselben enthalten ausser allgemeinen auf die Geschäftsabwicklung mit den Installationsfirmen bezüglichen Bestimmungen in erster Linie noch spezielle Vorschriften, welche der Berechnung der Leitungsquerschnitte zu Grunde zu legen sind.

Bei der Aufstellung der Projekte gilt für die Berechnung der Leitungsquerschnitte Folgendes:

a) Der höchste zulässige Spannungsverlust von dem Hausanschlusskasten bis zu einer beliebigen Verbrauchsstelle darf 1,5 % der Betriebsspannung nicht übersteigen, wenn sämtliche stromverbrauchende Gegenstände gleichzeitig eingeschaltet sind.

b) Bei Motoren und Heizanlagen, sowie bei Anlagen, welche ihre Energie einem besonderen Transformator entnehmen, ist ein Spannungsverlust von 2,5 % zulässig.

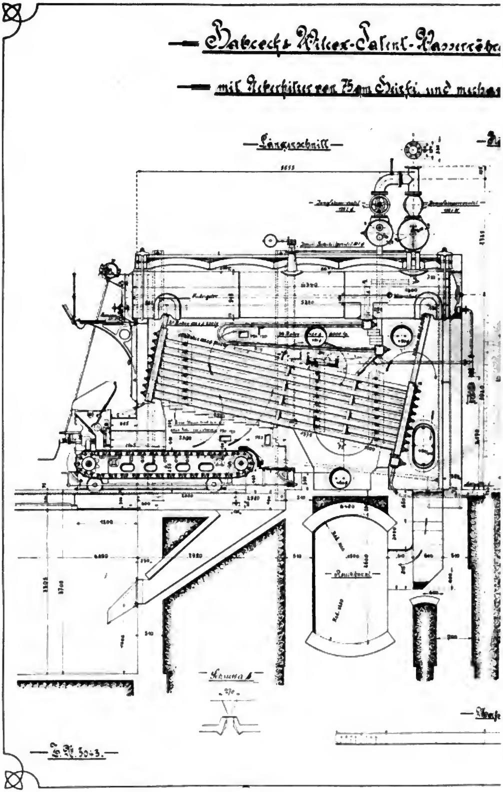
c) Für jede Glühlampe bis 25 NK. einschliesslich ist eine Stromstärke von 0,7 Ampère in Rechnung zu ziehen. Bei Glühlampen mit höherer Leuchtkraft wird die erforderliche Stromstärke in Rechnung gestellt.

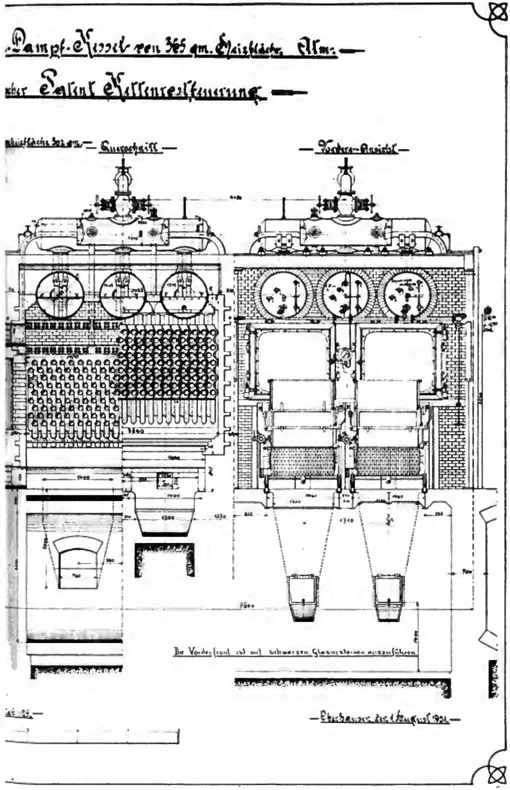
Für Reklameschilder ist die tatsächliche Stromstärke, mindestens jedoch 0,3 Ampère pro Glühlampe in Rechnung zu setzen. Beleuchtungskörper mit grösserer Lampenzahl von geringer Leuchtkraft können in Gruppen von je 8,4 Ampère eingeteilt werden.

d) Für jede Bogenlampe ist ein Strombedarf des 1½fachen des normalen Strombedarfs in Rechnung zu ziehen.

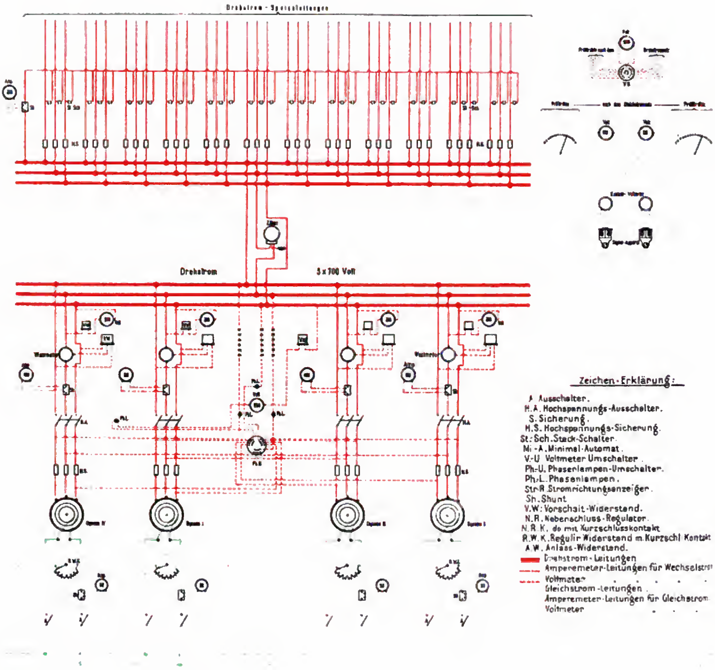
e) Für Elektromotoren sind die Leitungen der Anlaufstromstärke gemäss zu berechnen. Die Grösse der Sicherungen, Ausschalter und dergleichen sind ebenfalls der Anlaufstromstärke der Motoren entsprechend zu wählen.

f) Für Heizapparate sind die Leitungen der tatsächlichen Verbrauchsstromstärke entsprechend zu berechnen.

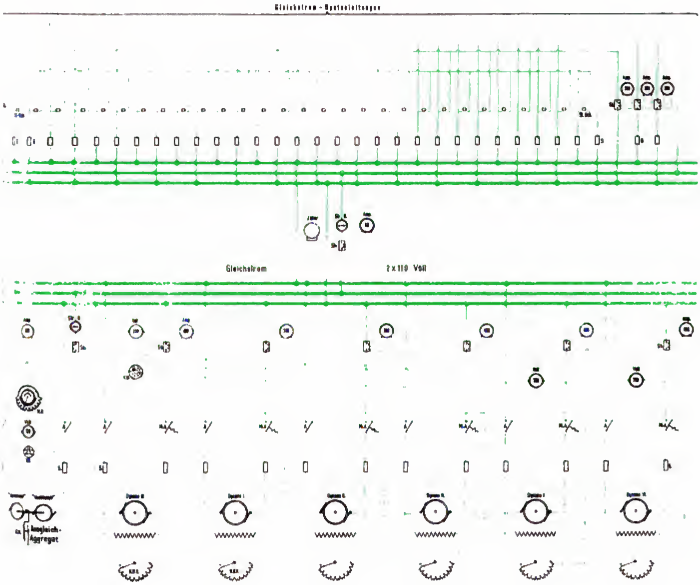



Dampf-Kessel von 365 qm. Heizfläche. Alm-
Patent Kettenrostfeuerung
Querschnitt
Vorder-Ansicht
Die Vorderfront ist mit schwarzen Glasursteinen auszuführen

# SCHALTUNGSSCHEMA ZUR SCHALTAI



## ...E IM STÄDTISCHEN ELEKTRIZITÄTS-WERK II.




Städtische Elektricitäts-Werke
Frankfurt a. M.

## VII.

# Berechnung und Vereinnahmung der Stromkosten und sonstiger Einnahmen.

Die Berechnung der Stromkosten für die Konsumenten der Werke erfolgt monatlich auf Grund der vom Magistrat genehmigten Bedingungen für den Bezug elektrischer Energie zur Beleuchtung, als Betriebskraft und für sonstige Zwecke (vergleiche Anlage 2).

Die Feststellung des Stromverbrauchs selbst erfolgt beim Werk I nur durch Elektrizitätszähler; beim Werk II, in welchem bei der Übernahme in städtische Verwaltung am 1. Juli 1900 die Pauschalkonsumenten überwogen, befinden sich auch jetzt noch eine Anzahl Abnehmer, welche den Strom nach Pauschalpreisen beziehen. Es wird jedoch auch hier angestrebt, die Stromabgabe nur auf Grund von Zählern stattfinden zu lassen.

Für den Geschäftsbetrieb der Betriebszahlstelle der Städtischen Elekrizitäts-Werke, welcher nach der bestehenden Organisation die Berechnung und Vereinnahmung der Stromkosten etc. zufällt, sind die vom Magistrat am 2. Oktober 1900 erlassenen Bestimmungen, betreffend das Rechnungs- und Kassenwesen für den Betrieb der Städtischen Elektrizitäts-Werke massgebend (Anlage 4). Neben diesen finden jedoch die städtischen Verwaltungs- und Kassenvorschriften noch im allgemeinen Anwendung. Behufs Erledigung ihrer Geschäfte gliedert sich die Betriebszahlstelle in drei Unterabteilungen:

die Verkehrskontrolle,
das Rechnungsbureau, und
die Kasse.

Die **Verkehrskontrolle** nimmt die eingehenden Anmeldungen zum Strombezug in Empfang (Anlage 5) bucht dieselben chronologisch in dem Verkehrskontrollbuch (Anlage 6), kontrolliert den sich bis zum Beginn des Strombezuges mit dem Installateur entwickelnden Schriftverkehr (Installations-Vorschriften, Anlagen 3) und die von dem Stromabnehmer fällig werdenden Beiträge zu den Hausanschlusskosten, Abnahmegebühren u. s. w.

Über den gegenwärtigen Geschäftsumfang derselben giebt nachstehende Tabelle Aufschluss.

| Es gelangten im Jahre 1902 zur Bearbeitung | Elektrizitäts-Werk I | Elektrizitäts-Werk II |
|---|---|---|
| 1. Anmeldungen zum Strombezug für Haupt- und Nachinstallationen . . . . . . . . . | 5034 | 244 |
| 2. Anzeigen der Installateure über den Beginn und die Fertigstellung der Installationen . | 8077 | 452 |
| 3. Protokolle über Prüfungs- und Abnahmegebühren . . . . . . . . . . . . . . . | 4038 | 226 |
| 4. Sonstige Schriftstücke ca. . . . . . . . . | 500 | 25 |
| zusammen | 17649 | 947 |

oder im Ganzen 18596 Geschäftsvorfälle.

Das **Rechnungsbureau** führt die Konten der Stromabnehmer (Anlage 7) gesondert nach Licht- und Kraftbezug. Die Berechnung des Stromverbrauchs erfolgt auf Grund der Zählerablesungen, welche von besonders hierzu bestimmten Zählerablesern monatlich vorgenommen werden. Eine Einteilung des Stadtnetzes in Bezirke und Unterabteilungen und der Wechsel der Ableser in diesen gewährleisten die möglichste Sicherheit in der Kontrolle der Zählerangaben. Zur Notiz der Zählerstände werden von den Ablesern „Ablesekarten" benutzt (Anlage 8 und 9). Anlage 8 wird für Licht- und Anlage 9 für Kraftzähler verwendet. Um auch dem Konsumenten eine Kontrolle der Zählerablesung zu ermöglichen, erhält derselbe durch den Ableser gelegentlich der Ablesung einen Zählerablesezettel (Anlage 10 und 11). Aus den Ablesekarten erfolgt dann die Übernahme des Verbrauchs in die Abnehmerkonten (Anlage 17) und auf Grund letzterer die Berechnung und die Rechnungsstellung an die Abnehmer. Letztere geschieht mittelst der Formulare (Anlage 12, 13, 14 und 15). Die drei Erstgenannten finden für Privatabnehmer Verwendung und zwar die beiden ersten für diejenigen Konsumenten, welche in bar bei Präsentation die

Rechnung an die Gelderheber zahlen und die dritte für Zahlungen im Post- beziehungsweise Bankverkehr. Formular 15 findet für städtische Amtsstellen Verwendung. Die sonst noch auf Grund der Bezugsbedingungen von den Abnehmern zu erhebenden Kosten wie Prüfungsgebühren, Hausanschlusskostenbeiträge u. s. w. werden hier gleichfalls bis zur kassenmässigen Erledigung vorbereitet.

Der derzeitige jährliche Geschäftsumfang des Rechnungsbureaus ist aus nachstehender Tabelle ersichtlich.

| Es betrug 1902 | Elektrizitäts-Werk I | Elektrizitäts-Werk II |
|---|---|---|
| 1. die Anzahl der bearbeiteten Abnehmerkonten | | |
| a) Licht . . . . . . . . . . . . . . . | 3153 | 273 |
| b) Kraft . . . . . . . . . . . . . . . | 791 | 168 |
| 2. die Anzahl der bearbeiten Zählerkarten . . | 3944 | 441 |
| 3. die Anzahl der vorgenommenen Zählerablesungen . . . . . . . . . . . . . . | 47328 | 5292 |
| 4. die Anzahl der ausgestellten Zählerzettel an die Konsumenten . . . . . . . . . . | 47328 | 5292 |
| 5. die Anzahl der ausgestellten Stromrechnungen ca. . . . . . . . . . . . . . . | 45000 | 5000 |
| 6. die Anzahl der ausgestellten Rechnungen für Abnahmegebühren, Hausanschlüsse und sonstige Einnahmen . . . . . . . . . | 4081 | 278 |
| 7. die Anzahl der angefertigten Verzeichnisse der einzukassierenden Rechnungen . . . | 2730 | 293 |

Die im Rechnungsbureau ausgefertigten Einzelrechnungen der Konsumenten werden in demselben noch behufs Einkassierung durch die Gelderheber in den Verzeichnissen der zur Einkassierung bestimmten Quittungen (Anlage 16 und 17) zu Touren für die Einkassierung durch die Gelderheber zusammengestellt und dann an die Kasse abgegeben.

Die **Kasse** vereinnahmt die eingehenden Geldbeträge auf Grund von aus diesen Verzeichnissen aufgestellten Einnahme-Anweisungen (Anlage 18), im Kassen-Einnahmejournal und Gegen-Einnahmebuch hierzu (Anlage 19). Letzteres ist in Monatsteilen, welche nach Monatsschluss nebst den zugehörigen Einnahmebelägen an das städtische Rechnungs-Revisionsbureau zur Prüfung abgegeben werden, angelegt.

Die nicht für Ausgabe-Zwecke verwendeten Einnahmen werden im Kontokorrentverkehr mittelst Anlage 20 an die Stadthauptkasse bis zur Jahresabrechnung abgeliefert.

Zur Mahnung säumiger Zahler u. s. w. dienen Anlage 21, 22 und 23. Für die Feststellung des gesamten Monatseinnahmesolls werden für Licht- und Kraftstrom getrennt, sowie für die sonstigen noch entstehenden Einnahmen Verkaufsbücher nach Anlage 24, 25, 26, 27 und 28 geführt. Dieselben dienen auch zur Ermittelung etwaiger Restanten am Monatsschluss.

Die bei den Elektrizitätswerken entstehenden Einnahmen werden auf 17 Einnahmepositionen gebucht; an Ausgabekrediten stehen den Werken 66 zur Verfügung. Auf dieselben werden zur Zeit im Jahre verrechnet: 2234 Kassenanweisungen für Einnahmen, 3543 Kassenanweisungen für Ausgaben.

## VIII.

# Statistik.

Hinsichtlich der Statistik der Elektrizitätswerke wird auf den Auszug aus dem Verwaltungsbericht des Magistrats für 1901 verwiesen (Anlage 1); demselben sind diejenigen Zahlen für das Etatsjahr 1902 nachgetragen, welche zur Zeit feststehen.

Aus der Statistik des Elektrizitätswerkes I, welche bis zum ersten Betriebsjahr zurückreicht, ist die stetige Zunahme der Anschlüsse, sowohl für Beleuchtung als auch für Kraft zu erwähnen; wenn dieser Zuwachs auch in den letzten Jahren etwas langsamer vor sich geht, als in früheren Jahren, so ist das eine Erscheinung, welche sich bei allen Elektrizitätswerken zeigt. Es wirken auf die Anschlussbewegung nicht nur die wirtschaftlichen Verhältnisse fördernd oder hemmend ein, sondern es ist selbstverständlich, dass, wenn der Anschluss der verkehrsreichen Viertel mit den zahlreichen Läden und Restaurants einmal erfolgt ist und die lichtbedürftigsten Viertel in das Kabelnetz einbezogen sind, die weitere Anschlussbewegung sich verlangsamen muss.

Die stärkste Zunahme der erzeugten Strommenge (Kilowattstunden) zeigen die beiden Jahre, in welchen die Umwandlung des Pferdebetriebes der Strassenbahn in elektrischen Betrieb erfolgte, 1899 und 1900; seitdem erfolgt die Zunahme der erzeugten beziehungsweise nutzbar abgegebenen Strommengen ungefähr im gleichen Verhältnis wie bei den Anschlüssen.

Von besonderer Bedeutung für ein Wechselstromwerk ist die Grösse des unvermeidlichen Verlustes durch Magnetisierung der Transformatoren. Dieser Verlust hat seit der Eröffnung des Elektrizitätswerkes stetig abgenommen, nämlich von 28,5 % im Jahre 1898 bis auf 12,5 % im Jahre 1902. Die allmälig

immer besser werdende Ausnutzung der Transformatoren allein würde zur Erklärung dieser Erscheinung nicht ausreichen; denn mit der fortwährend steigenden Ausbreitung des Kabelnetzes steigt auch die Anzahl der Transformatoren, von denen die zuletzt aufgestellten in den ersten Jahren nach ihrem Einbau immer nur teilweise ausgenützt sein werden; der Verlust könnte daher nur ganz allmälig abnehmen; die starke Abnahme desselben in den letzten Jahren ist aber hauptsächlich zurückzuführen:

1) auf die ausgedehnte direkte Abgabe hochgespannten Wechselstromes für motorische Zwecke, bei dessen Benützung keine Transformatoren erforderlich sind;
2) auf den Einbau automatischer Ausschalter für alle jene Transformatoren, welche nur vorübergehend und auf kurze Zeit in Betrieb sind, wie Transformatoren für Aufzüge aller Art und andere;
3) auf die fortschreitende Verbesserung in der Konstruktion der Transformatoren selbst, bei denen das grösste Gewicht immermehr auf eine Herabminderung der Eisenverluste, welche von der Belastung des Transformators ziemlich unabhängig sind, gelegt wird, ohne dass die sonstigen Eigenschaften darunter leiden.

Die durchschnittliche Benützungsdauer eines angeschlossenen Kilowatt ist mit dem Anschluss der Umformerstation am Schillerplatz zur Erzeugung der elektrischen Energie für die Strassenbahn naturgemäss zuerst stark gestiegen, da der Betrieb der Strassenbahn sich über 16—18 Stunden des Tages erstreckt und an Sonntagen eher grösser ist als an Wochentagen; da aber im Strassenbahnbetrieb mit dem Ausbau aller Linien für elektrischen Betrieb der Stromverbrauch nur noch langsam steigt, nimmt die Benützungsdauer allmälig wieder ab, hauptsächlich durch zahlreiche Anschlüsse von Wohnungen, bei denen die Zahl der gleichzeitig brennenden Lampen im Verhältnis zu den angeschlossenen sehr niedrig ist.

Von grösster Bedeutung für die Rentabilität eines Elektrizitätswerkes sind die Aufwendungen für Brennmaterialverbrauch; da es sich dabei um sehr grosse Mengen handelt, fallen auch Ersparnisse von wenigen Prozenten schon ins Gewicht und zwar umsomehr als die hiesigen Elektrizitätswerke mehr als die Hälfte der ganzen erzeugten elektrischen Energie für die Strassenbahn zu einem sehr mässigen Preise abgeben, bei dem überhaupt nur mit einem geringen Verdienst gerechnet werden kann, dessen Höhe fast ausschliesslich von den Ersparnissen im Kohlenverbrauch abhängig ist. Der Kohlenverbrauch pro erzeugte Kilowattstunde, welcher die Ausnützung der maschinellen Einrichtungen

des Elektrizitätswerkes erkennen lässt, hat stetig abgenommen, von 2,29 kg im Jahre 1897 bis auf 1,63 kg im Jahre 1902; die wirtschaftliche Bedeutung dieser Zahlen für das Elektrizitätswerk I erhellt daraus, dass die verbrauchten Kohlenmengen in der gleichen Zeit von rund 8 Millionen kg auf rund 26 Millionen kg angewachsen und bis zum Jahre 1900 die Kohlenpreise fortwährend gestiegen sind.

Die andauernde Verminderung des Kohlenverbrauchs pro erzeugte Kilowattstunde in den letzten Jahren ist zurückzuführen:

1) auf die Aufstellung grösserer Maschinen- und Kesseleinheiten, welche ökonomischer arbeiten als kleinere;
2) auf die Verwendung überhitzten Dampfes;
3) auf die Reinigung des Speisewassers von Kesselstein bildenden Substanzen;
4) auf die ausgiebige Vorwärmung des Speisewassers durch Vorwärmer und durch den Abdampf der Kesselspeisepumpen;
5) auf die Verwendung des Kondensationswassers von durchschnittlich 33° C. aus den Dampfmaschinen zur Kesselspeisung, während das vor Einführung der Wasserreinigung benutzte Quellwasser durchschnittlich nur 10° C. Temperatur hatte;
6) auf die sorgfältige Überwachung der Verbrennungsvorgänge durch Rauchgasanalysen, Zugmesser etc.;
7) durch tägliche Kontrolle der erzeugten Kilowattstunden und verbrannten Kohlenmengen, sodass Unregelmässigkeiten im Brennmaterialverbrauch sofort erkannt und für ihre Beseitigung Sorge getragen werden kann.

Insbesondere ist durch Aufstellung der drei Grossraum-Wasserrohrkessel von G. Kuhn, deren Schrägrostfeuerung eine gute Ausnützung des Brennmaterials erwarten lässt, ferner durch die Dampfturbine, deren günstiger Einfluss auf den Betrieb infolge ihres geringen Dampfverbrauchs sich in den letzten Monaten bedeutend bemerkbar macht, und durch die demnächst in Betrieb zu nehmenden Kettenrostfeuerungen und Überhitzer an den Wasserrohrkesseln von Simonis & Lanz künftig eine weitere Verminderung des Kohlenverbrauchs pro erzeugte Kilowattstunde zu erwarten.

Die Verwendung grösserer Einheiten an Kesseln und Dampfdynamos, welche bei voller Ausnützung ökonomischer arbeiten als kleinere Einheiten, bedingt auch eine Verminderung der Betriebsstunden der Kessel und Dampfmaschinen; durch die Ausserbetriebsetzung von 12 Flammrohrkesseln à 86 qm

Heizfläche und Inbetriebnahme der drei Grossraum-Wasserrohrkessel im Jahre 1901/1902, welche 400 qm Heizfläche und 100 qm Überhitzerheizfläche besitzen, hat sich die Summe der Betriebsstunden der einzelnen Kessel von 51 271 auf 36 638, also um 28,5 % vermindert, ebenso ist durch die Aufstellung der 5000 P. S. Dampfturbine, welche allerdings erst in den letzten Monaten des Etatsjahres 1902 (Winter 1902 auf 1903) in Betrieb kam, die Summe der Betriebsstunden der einzelnen Dampfmaschinen um 11,5 % kleiner geworden; diese Zahlen hängen mit einer Ersparnis an Bedienungspersonal zusammen, weil grössere Einheiten nicht mehr Bedienungspersonal erfordern als kleine. Bei der fortwährenden Steigerung der Löhne und Gehälter durch das bestimmungsgemässe Aufrücken der Arbeiter in höhere Lohnstufen ist die Benutzung grosser Einheiten, sofern sie mit günstiger Belastung betrieben werden, das wirksamste Mittel, die Betriebskosten niedrig zu halten.

Besonders auffallend zeigte sich die Abnahme der Betriebsstunden der Kesselanlage im Elektrizitätswerk II, wo sich dieselben durch die Aufstellung der Babcock & Wilcox-Kessel von je 332 qm Heizfläche mit den automatischen Kettenrosten von 22402,75 auf 10 845, also auf die Hälfte vermindert haben. Den günstigen Einfluss der neuen Kesselanlage mit den Kettenrosten und dem Ekonomiser im Werk II beweist am deutlichsten die Abnahme des Kohlenverbrauchs für die erzeugte Kilowattstunde von 2,05 kg im Jahre 1901 auf 1,70 im Jahre 1902, also um 17 %.

Bei den finanziellen Ergebnissen (Werk I) interessieren in erster Linie die Einnahmen; durch die fortwährende Zunahme des für Kraftzwecke und für den Betrieb der elektrischen Strassenbahn gelieferten Stromes nehmen die Einnahmen pro nutzbar abgegebene Kilowattstunde stetig ab.

Die Einnahmen für Beleuchtungsstrom, von denen die Rentabilität am stärksten abhängt, weil der Beleuchtungsstrom wesentlich höher bezahlt wird und einen höheren Nutzen erlaubt, als der Kraftstrom, haben stetig zugenommen.

Die Ausgaben teilen sich in zwei Teile:

1) Betriebskosten;
2) Ausgaben für Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals und Einlage in den Erneuerungsfonds.

Ad 1). Bei den Betriebskosten sind die wichtigsten Ausgaben diejenigen für Kohle und für Gehälter und Löhne.

Die Ausgaben für Kohle haben in den ersten Jahren des Betriebes keine wesentliche Änderung erfahren; erst im Jahre 1899 sind sie durch bedeutende Vermehrung der erzeugten Kilowattstunden infolge des Anschlusses der

Umformerstation für den Strassenbahnbetrieb zurückgegangen; gleichzeitig setzte aber gerade damals die abnorme Steigerung der Kohlenpreise ein, welche viel grösser war als die erzielte Ersparnis in der Menge der pro nutzbare Kilowattstunde verfeuerten Kohle; dadurch erklärt sich die im Jahre 1900 aufgetretene geringe Erhöhung der Ausgaben für Kohle, nämlich von 4,8 auf 4,89 Pfennig pro nutzbar abgegebene Kilowattstunde. Mit der Abnahme der Kohlenpreise im Jahre 1901 und der weiteren Verminderung der verfeuerten Kohlenmenge pro nutzbar abgegebene Kilowattstunde haben sich auch die Kosten für Brennmaterial verringert und zwar auf 3,66 Pfennig. Den Erfolg der Wasserreinigungsanlage zeigt die Abnahme der Kosten für Speisewasser vom Jahre 1899 von 0,38 auf 0,08 Pfennig im Jahre 1901. Die Position Gehälter und Löhne weist eine bedeutende Steigerung von Jahr zu Jahr auf und zwar pro nutzbar abgegebene Kilowattstunde eine schnellere Zunahme als die Gesamtmenge der nutzbar abgegebenen Kilowattstunden. Der Grund hierfür liegt darin, dass sowohl Arbeiter als Beamte im Allgemeinen nach der Lohntafel respektive dem Regulativ alle drei Jahre in ihren Bezügen steigen.

Eine Verbilligung der Beträge für Gehälter und Löhne pro nutzbar abgegebene Kilowattstunde lässt sich unter diesen Umständen nur durch Beschaffung grösserer Maschinen- und Kesseleinheiten und mechanische Vorrichtungen erzielen, durch welche die Arbeitskraft des Einzelnen vorteilhafter ausgenützt wird.

Die Gesamtbetriebskosten pro nutzbar abgegebene Kilowattstunde haben stetig abgenommen und zwar von 18,71 Pfennig im Jahre 1895 auf 6,54 Pfennig im Jahre 1901.

Ad 2). Die Beträge für Verzinsung und Tilgung, 5,15 % des Anlagekapitals, sind entsprechend den alljährlich aufgewendeten Summen für maschinelle und elektrische Einrichtungen und Ausdehnung des Kabelnetzes regelmässig gestiegen; es entfallen von denselben 3,75 % auf Verzinsung und 1,4 % auf Tilgung der durch Anleihen aufgebrachten Mittel.

Abgesehen von der Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals und den Einlagen in den Erneuerungsfonds sind jedes Jahr nicht unbeträchtliche Summen als Reingewinn zur Verfügung geblieben, welche der Stadthauptkasse zuflossen.

**Anlage 1.**

Sonderabdruck aus dem Verwaltungsbericht des Magistrats der Stadt Frankfurt a. M. für 1901.

# Elektrizitäts-Werke.

## Elektrizitäts-Werk I, Speicherstrasse.

## Elektrizitäts-Werk II, Ohmstrasse.

Die beiden Elektrizitäts-Werke unterstanden der Leitung des Herrn Betriebsdirektor **Singer**.

**Tabelle I.** **Bauliche Entwickelung**

| Gegenstand | Betriebs | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1895 | 1896 | 1897 | 1898 |
| Kesselanlage in qm Heizfläche | 1032 | 1032 | 1966,5 | 2904 |
| Maschinenanlage in Kilowatt | 2088 | 2088 | 3121 | 4154 |
| Installierte Transformatoren in Kilowatt | 2732,5 | 3226,5 | 3940,5 | 5116,5 |
| Gesamte Länge der Speisekabel in m | 14393 | 18537 | 18537 | 29349 |
| „ „ des primären Netzes in m | 31296 | 39558 | 44529 | 55133 |
| „ „ „ sekundären Netzes in m | 43701 | 49795 | 59023 | 68066 |
| Anzahl der Hausanschlüsse | 469 | 589 | 797 | 1034 |
| „ „ installierten Lichtzähler | 657 | 850 | 1128 | 1484 |
| „ „ „ Kraftzähler | 61 | 120 | 183 | 296 |
| **Angeschlossene Kilowatt:** | | | | |
| a) Licht | 1642,85 | 2237,1 | 2966,1 | 4177,27 |
| b) Kraft | 558,05 | 958,3 | 1574,1 | 2229,0 |
| c) Umformerstation | — | — | — | 1650,0 |
| d) Strassenbeleuchtung | — | 4,8 | 4,8 | 4,8 |
| e) Diverses und Selbstverbrauch | 48,55 | 48,05 | 48,95 | 43,44 |
| Insgesamt | 2249,45 | 3249,15 | 4593,95 | 8104,51 |

*) Strassenbeleuchtung (Gleichstrom) 90,75 K. W.
**) „ „ 99,00 „ „
***) „ „ 107,4 „ „
†) Zentralerregung.

**Tabelle II.** **Betriebs-**

| | Betriebs | | | |
|---|---|---|---|---|
| | *) 1895 | 1896 | 1897 | 1898 |
| Summe der Betriebsstunden der einzelnen Kessel | 22600 | 30439 | 36878 | 49058 |
| „ „ „ „ „ Dampfmaschinen | 9532 | 11355 | 14330 | 15484 |
| Erzeugte Kilowattstunden | — | 2653774 | 3544073 | 4469570 |
| Nutzbar abgegebene Kilowattstunden | 1430180 | 1988966 | 2695945 | 3193667 |
| Verluste in % der erzeugten K. W. St. | — | 25 | 23,9 | 28,5 |
| Nutzbar abgegebene Energie im Mittel pro Tag in K. W. St. | 3136 | 5449 | 7386 | 8749 |
| Durchschnittliche Benutzungsdauer pro angeschlossene Kilowatt in Stunden | 636 | 612 | 587 | **) 496 |
| Während der höchsten Belastung gleichzeitig brennende Lampen in % der damals angeschlossenen Lampen | 43,0 | 42,5 | 36,5 | 48,8 |
| Wasserverbrauch in cbm | — | 47744 | 64510 | 75734 |
| Kohlenverbrauch „ kg | 4525596 | 5808144 | 8135660 | 9629959 |
| „ pro erzeugte K. W. St. in kg | — | 2,19 | 2,29 | 2,15 |
| „ „ nutzbar abgegebene K. W. St. in kg | 3,16 | 2,92 | 3,02 | 3,01 |
| Pro 1 kg Kohle verdampfte Wassermenge in kg | — | 8,20 | 7,95 | 7,90 |

*) Das Betriebsjahr 1895 umfasst 15 Monate.
**) Mit Ausschluss der 3 Umformer der Strassenbahn zu je 550 K. W., da dieselben erst im April 1899 in Betrieb kamen.

## des Elektrizitäts-Werkes I.

| Jahr | | | | Steigerung in % | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1899 | 1900 | 1901 | 1902 | von 1895 zu 1896 | von 1896 zu 1897 | von 1897 zu 1898 | von 1898 zu 1899 | von 1899 zu 1900 | von 1900 zu 1901 | von 1901 zu 1902 |
| 2901 | 4770 | 5454 | 5454 | — | 90,5 | 47,5 | — | 64,4 | 14,4 | — |
| 4154 | 6220 | 6220 | 9220 | — | 50,0 | 33,0 | — | 49,7 | — | 48 |
| 5520 | 6312 | 7059 | 7786 | 18,2 | 22,1 | 29,8 | 7,9 | 14,3 | 11,8 | 10 |
| 30265 | 30259 | 30806,1 | 36818,4 | 28,8 | — | 58,2 | 3,03 | — | 1,8 | 19 |
| 59308 | 62509,1 | 69302 | 72637,7 | 26,4 | 12,6 | 23,8 | 7,6 | 5,4 | 10,9 | 5 |
| 74670 | 80095,6 | 91999,4 | 101123,9 | 13,9 | 18,6 | 15,3 | 9,7 | 7,2 | 14,8 | 10 |
| 1255 | 1485 | 1726 | 2010 | 27,5 | 33,3 | 29,4 | 21,7 | 18,3 | 16,2 | 16,6 |
| 1838 | 2223 | 2631 | 3041 | 29,4 | 32,7 | 31,5 | 23,9 | 20,9 | 15,5 | 15,6 |
| 431 | 536 | 648 | 750 | 96,8 | 52,5 | 61,8 | 45,6 | 24,3 | 20,8 | 15,7 |
| 5332,73 | 6482,677 | 7671,827 | 8940,50 | 36,2 | 32,3 | 38,7 | 27,6 | 21,6 | 18,3 | 16,5 |
| 2931,46 | 3427,556 | 4092,158 | 5049,89 | 71,8 | 64,2 | 45,3 | 31,5 | 16,9 | 19,4 | 23,5 |
| 1650,0 | 1736,47 | 1827,22 | 1827,22 | — | — | 100 | — | 5,2 | 5,2 | — |
| 84,95 | *) 123,15 | **) 131,4 | ***) 131,80 | 100 | — | — | 1670 | 45,0 | 6,7 | 7 |
| 34,64 | 91,320 | 103,52 | †) 260,18 | 0,825 | — | — | - 20,3 | 63,6 | 13,3 | 257 |
| 10033,78 | 11861,173 | 13727,125 | 16110,19 | 44,4 | 41,4 | 76,3 | 23,8 | 18,5 | 15,7 | 17,3 |

## Ergebnisse.

| Jahr | | | | Steigerung bezw. Rückgang in % | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1899 | 1900 | 1901 | 1902 | von 1895 zu 1896 | von 1896 zu 1897 | von 1897 zu 1898 | von 1898 zu 1899 | von 1899 zu 1900 | von 1900 zu 1901 | von 1901 zu 1902 |
| 71816 | 87341 | 51271 | 36638 | + 35 | + 21,2 | + 35,7 | + 46,4 | + 21,6 | — 41,3 | — 28,5 |
| 15160 | 18520 | 22400 | 19821 | + 19,1 | + 26,2 | + 8,05 | — 2,1 | + 18,1 | + 20,9 | — 11,5 |
| 7629100 | 12287266 | 15039620 | 15773781 | — | + 33,5 | + 26,1 | + 70,7 | + 61,1 | + 22,4 | + 5 |
| 5994702 | 10597475 | 13104779 | 13803521 | + 39,1 | + 33,5 | + 18,5 | + 87,7 | + 76,7 | + 23,7 | + 5,5 |
| 21,4 | 13,7 | 12,9 | 12,5 | — | — 4,4 | + 19,25 | — 24,9 | — 36,0 | — 6 | — 3 |
| 16395 | 29034 | 35903 | 37818 | + 73,6 | + 35,6 | + 18,5 | + 87,4 | + 77,1 | + 23,7 | + 5,5 |
| 599 | 893 | 954 | 857 | — 3,9 | — 4,1 | — 15,5 | + 20,8 | + 49,1 | + 6,8 | — 10 |
| 33,5 | 41,6 | 40,6 | 33 | — 0,12 | — 1,4 | + 33,7 | + 31,3 | + 24,2 | — 2,4 | — 18,6 |
| 112792 | 170474 | 190470 | 183824 | — | + 35,1 | + 17,3 | + 49 | + 51,1 | + 11,7 | — 3,5 |
| 14991523 | 22517900 | 25796916 | 25673354 | + 28,3 | + 39,7 | + 18,3 | + 55,7 | + 50,2 | + 14,5 | — |
| 1,96 | 1,83 | 1,72 | 1,63 | — | + 4,57 | — 6,11 | — 8,84 | — 6,6 | — 6,0 | — 5,0 |
| 2,5 | 2,12 | 1,97 | 1,86 | — 8,3 | + 3,4 | — 0,33 | — 16,94 | — 15,2 | — 7,0 | — 5,5 |
| 7,53 | 7,57 | 7,38 | 7,15 | — | — 3,5 | — 0,63 | — 4,68 | + 0,5 | — 2,5 | — 3 |

| Bezeichnung | Betriebs 1895 *) M. | 1896 M. | 1897 M. | 1898 M. |
|---|---|---|---|---|
| **Einnahmen.** | | | | |
| Für Lichtstrom | 465 890.78 | 467 355 32 | 568 875.30 | 618 126.70 |
| „ Motorenstrom | 60 686.81 | 101 790.28 | 157 125 82 | 207 538.23 |
| „ Abnahme der Hausinstallation | 27 758.70 | 10 614.50 | 16 490.50 | 11 233.— |
| „ Zählermiete | 18 811.14 | 27 516.99 | 36 622.02 | 22 889.87 |
| Sonstige Einnahmen | 301.98 | 1 437.06 | 3 158.79 | 10 178 04 |
| Gesamt-Einnahme | 573 449 41 | 608 714 15 | 782 272.43 | 869 965 84 |
| **Ausgaben.** | | | | |
| a) Betriebskosten. | | | | |
| Kohlen und Holz | 84 322.59 | 105 024 02 | 147 152 95 | 188 174 51 |
| Speisewasser | 6 339 10 | 10 753 90 | 12 083.05 | 15 589.75 |
| Oel-, Putz-, Schmier- etc.-Material | 21 944 06 | 9 912 33 | 21 913.97 | 38 730.22 |
| Gehälter und Löhne | 105 142.37 | 93 381.34 | 113 421.74 | 133 181 96 |
| Kranken-, Invaliditäts-, Feuer- und Unfallversicherung | 5 114.25 | 2 235 74 | 1 613.54 | 3 473.14 |
| Instandhaltungs- etc.-Kosten der Maschinen, Gebäude etc. und Allgemeine Unkosten | 36 031.02 | 39 039 85 | 22 019.81 | 45 791.07 |
| Miethen, Steuern und Abgaben | 4 654.20 | 4 568.58 | 7 095.92 | 8 524.44 |
| Abschreibung auf Mobilien und Werkzeuge | 4 040.19 | 4 720 31 | 7 397.50 | 7 922.35 |
| Reparatur und Prüfung der Zähler | 47.35 | 2 289 80 | 515.23 | — |
| Unvorhergesehene Ausgaben | — | — | — | — |
| Summa a) | 267 635.13 | 271 925 87 | 333 213.71 | 441 387.44 |
| b) Verzinsung, Abschreibung etc. | | | | |
| Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals | 83 905.49 | 132 336 30 | 151 000 22 | 186 550.— |
| Vergütung an die Betriebspächter | 70 296 83 | 55 861.20 | 73 615.25 | 64 148.20 |
| Abschreibungsfonds | 106 747.21 | 97 259.27 | 97 684 95 | 92 815.— |
| Einlage in den Erneuerungs- und Reservefonds | 44 864 75 | 51 361 51 | 59 625.80 | 45 065 20 |
| Zuschuss zu den Betriebskosten der elektr. Strassenbeleuchtung | — | — | — | — |
| Reingewinn | — | — | 67 132 41 | 40 000.— |
| Summa b) | 305 814.28 | 336 818.28 | 449 058 72 | 428 578.40 |
| hierzu Summa a) | 267 635.13 | 271 925 87 | 333 213 71 | 441 387.44 |
| Gesammt-Ausgaben wie oben | 573 449 41 | 608 714.15 | 782 272.43 | 869 965.84 |

*) Das Betriebsjahr 1895 umfasst 15 Monate.

**) Restausgabe für die noch nicht fertiggestellte Wasserreinigungsanlage.

***) Fiel wegen Übernahme des Elektrizitäts-Werkes in städtische Verwaltung weg.

†) Im Betriebsjahr 1900 wurden 3,75% Verzinsung und 1,1% Tilgung in Anrechnung gebracht, in den Vorjahren betrug die

## Ergebnisse.

| Jahr | | | | Pro nutzbar abgegebene Kilowattstunde in Pfennigen | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1899 M. | 1900 M. | 1901 M. | 1902 M. | 1895 | 1896 | 1897 | 1898 | 1899 | 1900 | 1901 | 1902 |
| 803 019.58 | 926 799.22 | 1 045 193 27 | } | 36,82 | 28,61 | 26,93 | 25,85 | 21,64 | 17,56 | 16,77 | |
| 493 956.98 | 934 336.15 | 1 152 219.37 | | | | | | | | | |
| 15 334.55 | 18 317 50 | 19 591.50 | | 1,94 | 0,53 | 0,61 | 0,35 | 0,25 | 0,17 | 0,15 | |
| 30 700.94 | 38 547.14 | 45 943.68 | | 1,31 | 1,39 | 1,36 | 0,72 | 0,51 | 0,37 | 0,35 | |
| 2 365.24 | 12 734.96 | 22 875.61 | | 0,02 | 0,07 | 0,12 | 0,32 | 0,04 | 0,12 | 0,17 | |
| 1 345 377.29 | 1 930 734.97 | 2 285 823.43 | | 40,09 | 30,60 | 29,02 | 27,24 | 22,41 | 18,22 | 17,44 | |
| 288 029.30 | 517 747.84 | 480 223 66 | | 5,89 | 5,28 | 5,46 | 5,09 | 4,80 | 4,89 | 3,66 | |
| 22 869.65 | 21 690.84 | 9 857 79 | | 0,44 | 0,54 | 0,45 | 0,49 | 0,38 | 0,21 | 0,08 | |
| 35 781.63 | 20 746.32 | 26 177 72 | | 1,53 | 0,50 | 0,81 | 1,21 | 0,60 | 0,20 | 0,20 | |
| 119 009.67 | 171 098.88 | 232 740.66 | | 7,35 | 4,70 | 4,21 | 4,17 | 1,99 | 1,62 | 1,77 | |
| 3 327.68 | 6 564.60 | 20 812,09 | | 0,36 | 0,11 | 0,06 | 0,11 | 0,05 | 0,06 | 0,16 | |
| 26 228,34 | 75 390 81 | 74 241 05 | | 2,52 | 1,96 | 0,82 | 1,43 | 0,44 | 0,71 | 0,57 | |
| 5 495,71 | 4 876 82 | 5 613.— | | 0,33 | 0,23 | 0,26 | 0,27 | 0,09 | 0,05 | 0,04 | |
| — | — | — | | 0,28 | 0,24 | 0,27 | 0,25 | — | — | — | |
| 924 39 | 978 22 | 1 386 89 | | 0,01 | 0,11 | 0,02 | — | 0,02 | 0,01 | 0,01 | |
| 1 449.86 | 3 495.30 | 6 187.90 | | — | — | — | — | 0,07 | 0,01 | 0,05 | |
| 506 116.23 | 822 589.63 | 857 240.76 | | 18,71 | 13,67 | 12,36 | 13,82 | 8,44 | 7,76 | 6,54 | |
| 213 200.— | 302 975 94 | 380 228.86 | | 5,86 | 6,65 | 5,60 | 5,84 | 3,55 | 2,86†) | 2,90 | |
| — | — | — | | 4,92 | 2,61 | 2,73 | 2,01 | — ***) | — | — | |
| | | | | 7,46 | 4,89 | 3,62 | 2,01 | } 6,43 | | | |
| 385 179 40 | 336 100.— | 251 800 — | | 3,14 | 2,58 | 2,21 | 1,41 | | 3,17 | 1,92 | |
| — | 40 000.— | 30 000.— | | — | — | — | — | — | 0,38 | 0,23 | |
| 191 000.— | 429 069.40 | 766 553 81 | | — | — | 2,50 | 1,25 | 3,19 | 4,05 | 5,85 | |
| 789 379 40 | 1 108 145.34 | 1 428 582.67 | | 21,38 | 16,93 | 16,66 | 13,42 | 13,17 | 10,46 | 10,90 | |
| 506 116 23 | 822 589.63 | 857 240.76 | | 18,71 | 13,67 | 12,36 | 13,82 | 8,44 | 7,76 | 6,54 | |
| 1 295 495 63 | 1 390 734.97 | 2 285 823 43 | | 40,09 | 30,60 | 29,02 | 27,24 | 21,61 | 18,22 | 17,44 | |
| + 49 821.66**) | | | | | | | | + 0,83 | | | |
| 1 345 377.29 | | | | | | | | 22,44 | | | |

Verzinsung 3,5% und die Tilgung 1%.

Tabelle IV.

# Übersicht

über das

## Anlagekapital des städtischen Elektrizitäts-Werkes I.

| | ℳ | ₰ |
|---|---|---|
| Stand am 31. März 1897 | 3 355 560 | 34 |
| Bei Aufstellung des Schuldbuches getilgt bis dahin | 30 331 | 77 |
| Stand am 1. April 1897 | 3 325 228 | 57 |
| Getilgt 1897 | 33 555 | 61 |
| Bleiben | 3 291 672 | 96 |
| Zugang 1897 | 752 679 | 54 |
| Stand am 1. April 1898 | 4 044 352 | 50 |
| Getilgt 1898 | 44 997 | 67 |
| Bleiben | 3 999 354 | 83 |
| Zugang 1898 | 728 133 | 91 |
| Stand am 1. April 1899 | 4 727 488 | 74 |
| Getilgt 1899 | 47 737 | 89 |
| Bleiben | 4 679 750 | 85 |
| Zugang 1899 | 1 046 654 | 26 |
| Stand am 1. April 1900 | 5 726 405 | 11 |
| Getilgt 1900 | 88 235 | 75 |
| Bleiben | 5 638 169 | 36 |
| Zugang 1900 | 900 825 | 64 |
| Stand am 1. April 1901 | 6 538 995 | — |
| Getilgt 1901 | 112 545 | 38 |
| Bleiben | 6 426 449 | 62 |
| Zugang 1901 | 1 286 267 | 32 |
| Stand am 1. April 1902 | 7 712 716 | 94 |

**Bemerkung:** Der Tilgungssatz betrug bis zum 1. April 1900 1% und beträgt von da ab 1,4%.

Tabelle V.

# Übersicht

über den

## Erneuerungs- und Reservefonds des städtischen Elektrizitäts-Werkes I.

| Stand | | | Zugang am | | | | | | Dem Fonds entnommen | | Bleibt Zugang | | Stand | | | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| am | Betrag | | Einlage | | Zinsen | | Zusammen | | | | | | am | Betrag | | |
| | ℳ | ₰ | ℳ | ₰ | ℳ | ₰ | ℳ | ₰ | ℳ | ₰ | ℳ | ₰ | | ℳ | ₰ | |
| 1. April 1896 | 151 611 | 96 | 148 620 | 79 | 2 802 | 12 | 151 422 | 91 | — | — | 151 422 | 91 | 1. April 1897 | 303 034 | 87 | Der Fonds wurde erstmals am 1. April 1896 dotiert. |
| 1. April 1897 | 303 034 | 87 | 157 310 | 84 | 7 238 | 30 | 164 549 | 14 | 8 167 | 28 | 156 381 | 86 | 1. April 1898 | 459 416 | 73 | |
| 1. April 1898 | 459 416 | 73 | 131 476 | 75 | 10 910 | 58 | 142 387 | 33 | 24 128 | 73 | 118 258 | 60 | 1. April 1899 | 577 675 | 33 | |
| 1. April 1899 | 577 675 | 33 | 385 179 | 40 | 20 218 | 64 | 405 398 | 04 | 19 059 | 24 | 386 338 | 80 | 1. April 1900 | 964 014 | 13 | |
| 1. April 1900 | 964 014 | 13 | 500 194 | 60 | 33 740 | 49 | 533 935 | 18 | 28 076 | 47 | 505 858 | 71 | 1. April 1901 | 1 469 872 | 84 | |
| 1. April 1901 | 1 469 872 | 84 | 251 180 | — | 58 794 | 91 | 310 594 | 91 | 20 701 | 87 | 289 893 | 04 | 1. April 1902 | 1 759 765 | 88 | |
| 1. April 1902 | — — | — | — — | — | — — | — | — — | — | — — | — | — — | — | 1. April 1903 | — — | — | |

**Tabelle I.** **Bauliche Entwickelung des Elektrizitäts-Werkes II.**

| Gegenstand | Betriebsjahr 1900 | 1901 | 1902 | Steigerung in % von 1900 auf 1901 | von 1901 auf 1902 |
|---|---|---|---|---|---|
| Kesselanlage in qm. | 800 | 800 | 1464 | — | 83 |
| Dampfmaschinen in P. S. | 2250 | 2250 | 2250 | — | — |
| Drehstrommaschinen in K. W. | 1000 | 1000 | 1000 | — | — |
| Gleichstrommaschinen in K. W. | 402 | 402 | 402 | — | — |
| Gesamte Länge des Gleichstromverteilungsnetzes in m | 31645 | 33876 | 35164 | 7 | 4 |
| „ „ der Gleichstromspeisekabel in m | 14652 | 16420,5 | 16420,5 | 12,1 | — |
| „ „ des Drehstromnetzes | 6948 | 6948 | 7045 5 | — | 1,6 |
| Anzahl der Hausanschlüsse | 222 | 237 | 251 | 6,7 | 6 |
| „ „ Lichtzähler | 135 | 252 | 276 | 17,2 | 9,5 |
| „ „ Gleichstromzähler für Kraft | 80 | | | | |
| „ „ Drehstromzähler | 13 | 18 | 19 | 38,5 | 5,6 |
| **Angeschlossene K. W.** | | | | | |
| a) Licht | 335 | 377,21 | 413,28 | 12,6 | 9,5 |
| b) Gleichstromkraft | 399 | 433,15 | 457,36 | 8,5 | 5 |
| c) Drehstrom | 650 | 845,90 | 1040,23 | 30,1 | 23 |
| d) Strassenbeleuchtung | 5,95 | 5,95 | 5,95 | — | — |
| e) Diverses und Selbstverbrauch | 176,30 | 176,30 | 176,30 | — | — |
| Insgesamt | 1566,25 | 1838,51 | 2093,12 | 17,3 | 13,8 |

**Tabelle II.** **Betriebs-Ergebnisse.**

| | Betriebsjahr 1900*) | 1901 | 1902 | Steigerung bezw. Rückgang in % von 1900 auf 1901 | von 1901 auf 1902 |
|---|---|---|---|---|---|
| Summe der Betriebsstunden der einzelnen Kessel | 19448 | 22402,75 | 10845 | + 15,2 | — 51,6 |
| Summe der Betriebsstunden der einzelnen Dampfmaschinen | 10131,5 | 7930,75 | 7859,5 | — 31,6 | — 0,9 |
| Erzeugte Kilowattstunden | 1313643 | 1973349 | 1989627 | + 12,6 | + 1 |
| Kohlenverbrauch in Kilogramm | 2968449 | 4043490 | 3429428 | + 2,2 | — 15 |
| „ pr. erzeugte Kilowattstunde in Kilogramm | 2,25 | 2,05 | 1,7 | — 8,8 | — 17 |

*) Das erste Betriebsjahr 1900/1901 umfasst 9 Monate.

Tabelle III.

# Finanzielle Ergebnisse.

| Bezeichnung | Betriebsjahr | | | Pro erzeugte Kilowattstunde in Pfennig**) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1900*) | 1901 | 1902 | 1900 | 1901 | 1902 |
| **Einnahmen:** | | | | | | |
| Für Lichtstrom | 54 460.32 | 67 718.65 | | 12,26 | 12,47 | |
| „ Motorenstrom | 108 780.15 | 178 427.42 | | | | |
| „ Abnahme d. Hausinstallationen | 249.40 | 1 679.45 | | 0,02 | 0,09 | |
| „ Zähler und Motorenmiete | 17 874.95 | 21 621.59 | | 1,34 | 1,09 | |
| Sonstige Einnahmen | 2 050.15 | 1 776.03 | | 0,15 | 0,09 | |
| Gesamt-Einnahme | 183 414.97 | 271 223.14 | | 13,77 | 13,74 | |
| **Ausgaben:** | | | | | | |
| a) Betriebskosten: | | | | | | |
| Kohlen und Holz | 70 316.56 | 76 355.83 | | 5.29 | 3,87 | |
| Speisewasser | 253 23 | 1 771.02 | | 0,02 | 0,10 | |
| Öl-, Putz-, Schmier- etc. -Material | 8 928.45 | 6 502.28 | | 0.67 | 0,33 | |
| Gehälter und Löhne | 27 947.93 | 46 459.66 | | 2,09 | 2,35 | |
| Kranken-, Invaliditäts-, Feuer- und Unfallversicherung | 1 751.27 | 8 038.55 | | 0,13 | 0,41 | |
| Instandhaltungs- etc. Kosten der Maschinen, Gebäude etc. und Allgemeine Unkosten | 10 916.— | 16 189.57 | | 0,82 | 0,82 | |
| Mieten- und Erkennungsgebühren | 251.— | 526.— | | 0,02 | 0,02 | |
| Reparatur und Prüfung der Zähler | 345.72 | 482.64 | | 0,03 | 0,02 | |
| Unvorhergesehene Ausgaben | 748.19 | 596.04 | | 0,05 | 0,03 | |
| Summa a) | 121 458.35 | 156 921.59 | | 9,12 | 7.95 | |
| b) Verzinsung, Abschreibung etc. | | | | | | |
| Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals | 54 588.20 | 103 183.82 | | 4.16 | 5,23 | |
| Einlage in den Erneuerungs- und Reservefonds | 7 368.42 | 11 117.73 | | 0,49 | 0,56 | |
| Reingewinn | — | — | | — | — | |
| Summa b) | 61 956.62 | 114 301.55 | | 4,65 | 5,79 | |
| Hierzu Summa | 121 458.35 | 156 921.59 | | 9.12 | 7,95 | |
| Gesamt-Ausgaben wie oben | 183 414.97 | 271 223.14 | | 13,77 | 13,74 | |

*) Das erste Betriebsjahr 1900 umfasst 9 Monate (1. 7. 00. – 31. 3. 01).

**) Die Reduktion der Einnahmen und Ausgaben auf die nutzbar abgegebenen Kilowattstunden lässt sich nicht ausführen, da bei Übernahme des Werks die Pauschal-Konsumenten in der Mehrheit waren.

Tabelle IV.

# Übersicht

über das

## Anlagekapital des Elektrizitäts-Werkes II.

| | Mark | Pf. | Bemerkungen |
|---|---|---|---|
| Stand am 1. April 1901 . . . . . . . . . . . . . . . . | 1 946 864 | 47 | |
| Getilgt 1901 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 29 202 | 97 | |
| Bleiben . . | 1 917 661 | 50 | |
| Zugang 1901 . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 226 450 | 78 | |
| Stand am 1. April 1902 . . . . . . . . . . . . . . . | 2 144 112 | 28 | |

Bemerkung: Der Tilgungssatz beträgt 1,5%.

Tabelle V.

# Übersicht

über den

## Erneuerungs- und Reservefonds des Elektrizitäts-Werkes II.

| Stand | | | Zugang an | | | | | | Dem Fonds ent-nommen | | Bleibt Zugang | | Stand | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| am | Betrag | | Einlage | | Zinsen | | Zusammen | | | | | | am | Betrag | |
| | M. | Pf. | M. | Pf. | M. | Pf. | M. | Pf. | M. | Pf. | M. | Pf. | | M. | Pf. |
| 1. Juli 1900 | 4 311 | 43*) | 62 779 | 83 | — | — | 62 779 | 83 | 430 | 45 | 62 349 | 38 | 1. April 1901 | 66 660 | 81 |
| 1. April 1901 | 66 660 | 81 | 111 117 | 73**) | 2 666 | 43 | 113 784 | 16 | 10 668 | 26 | 103 115 | 90 | 1. April 1902 | 169 776 | 71 |

*) Von der Aktiengesellschaft Elektrizitäts-Werk Bockenheim übernommen.

**) Hiervon sind überwiesen:

11 117.73 M. aus eigenen Einnahmen des Elektrizitäts-Werkes II und
100 000 „ aus Mehrüberschüssen der dem Elektrizitäts- und Bahnamt unterstellten Betriebe (Magistrats-Beschluss vom 7. Dezember 1900 Nr. 2525).

zusammen 111 117.73 M.

# Bedingungen

für den

## Bezug elektrischer Energie zur Beleuchtung, als Betriebskraft und für sonstige Zwecke

aus den

## Städtischen Elektrizitäts-Werken zu Frankfurt am Main.

Gültig vom 1. April 1902.

§ 1.

Die Städtischen Elektrizitäts-Werke liefern allen Abnehmern, welche an von elektrischen Sekundärkabelleitungen durchzogenen Strassen liegen und sich zur Abnahme elektrischer Energie verpflichten, diese auf Grund der nachstehenden Bedingungen, soweit es die jeweilige Ausdehnung der Werke, sowie die Betriebseinrichtungen gestatten.

**Anmeldungen** zum Strombezug sind schriftlich unter Benutzung der vorgeschriebenen Formulare an die Betriebsdirektion der Städtischen Elektrizitäts-Werke zu richten.

Ist der Anmeldende nicht selbst Eigentümer des Grundstückes, für welches die Abgabe von elektrischem Strom gewünscht wird, so ist die Einwilligung des Grundstückseigentümers beizubringen.

§ 2.

Der **Anschluss** der einzelnen Grundstücke an das Strassenleitungsnetz erfolgt nur durch die Städtischen Elektrizitäts-Werke gegen vorherige Bezahlung eines einmaligen Beitrages von 50 Mark pro Hausanschluss seitens des Abnehmers. Dies gilt jedoch nur für Hausanschlüsse bis zu 8 m Kabellänge. Bei längeren Hausanschlüssen sind die Mehrkosten vom Abnehmer besonders zu vergüten. Als Ausgangspunkt für die Bestimmung der Mehrlänge gilt der Hausanschlusskasten. Der Hausanschluss bleibt jedoch Eigentum der Städtischen Elektrizitäts-Werke.

Stärke des Hausanschlusses und Ort der Einführung desselben bestimmen die Städtischen Elektrizitäts-Werke.

§ 3.

Die Abnehmer haben das Recht, vom Hausanschluss ab die **Installation** innerhalb ihrer Grundstücke von den seitens der Betriebsdirektion der Städtischen Elektrizitäts-Werke hierzu zugelassenen Installateuren entsprechend den von dem Magistrat erlassenen Vorschriften ausführen zu lassen.

Vor ihrer **Inbetriebsetzung** bezw. ihrem Anschluss an das städtische Leitungsnetz müssen die Installationen durch die Städtischen Elektrizitäts-Werke auf vorschriftsgemässe Ausführung geprüft sein; die Städtischen Elektrizitäts-Werke vollziehen die Inbetriebsetzung nur dann, wenn allen Vorschriften entsprochen worden ist. Der Prüfung müssen auch alle Umänderungen und Erweiterungen vorhandener Installationen unterzogen werden.

Für die **Prüfung und Abnahme** jeder Installation ist bei Gelegenheit des Anschlusses eine einmalige Gebühr von 50 Pfennig für jede angeschlossene Glühlampe (ohne Rücksicht auf die Leuchtkraft derselben) und Stecker, 3 Mark für jede installierte Bogenlampe und 5 Mark für jeden installierten Motor bis zu 1 Pferdekraft, für jede weitere in den Motoren installierte Pferdekraft sind 1,50 Mark, insgesamt jedoch für jede Installation höchstens 200 Mark zu bezahlen.

Bei der Abnahmeprüfung von Verbrauchsobjekten, welche behufs **Reparatur** entfernt und nach derselben wieder an derselben Stelle angebracht worden sind, wird nur die Hälfte der obigen Sätze berechnet.

Durch die von den Städtischen Elektrizitäts-Werken ausgeführte Prüfung und Abnahme einer Installation wird der ausführende Installateur seinen Verpflichtungen gegen den Auftraggeber bezw. Stromabnehmer hinsichtlich vorschriftsgemässer und tadelloser Ausführung der Arbeiten und Lieferungen in keiner Weise enthoben. Die Städtischen Elektrizitäts-Werke übernehmen hierfür keinerlei Verantwortung.

§ 4.

Die elektrische Energie für die verschiedenen Gebrauchszwecke wird zu den nachstehend verzeichneten Preisen berechnet:

a) **Energie für Beleuchtungszwecke:**

1. Für die ersten 3000 Kilowattstunden: 60 Pfennige pro Kilowattstunde mit folgenden, auf den Gesamtverbrauch zu beziehenden Rabattsätzen:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5% | bei | mehr | als | 300 | Stunden | Brenndauer |
| 10% | „ | „ | „ | 500 | „ | „ |
| 15% | „ | „ | „ | 750 | „ | „ |
| 20% | „ | „ | „ | 1000 | „ | „ |
| 25% | „ | „ | „ | 1500 | „ | „ |
| 30% | „ | „ | „ | 2000 | „ | „ |

Als **Brenndauer** gilt der Quotient aus den während des Rechnungsjahres (1. April eines Jahres bis 31. März des folgenden Jahres) in der Anlage verbrauchten Kilowattstunden durch die Zahl der am Schlusse des Rechnungsjahres angeschlossenen Kilowatt.

2. Für den über 3000 Kilowattstunden hinausgehenden Verbrauch: 40 Pfennige pro Kilowattstunde ohne weiteren Rabatt.

b) **Energie für elektrische Motoren** (ausgenommen solche zum Betriebe von Dynamomaschinen, Batterien oder anderen Einrichtungen für Lichtgewinnung, Herstellung von Pressgas u.s.w.), **Heizung und Elektrochemie:** 20 Pfennige pro Kilowattstunde mit folgenden, auf den Gesamtverbrauch zu beziehenden Rabattsätzen:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5% | bei | mehr | als | 750 | Stunden | Betriebsdauer; |
| 10% | „ | „ | „ | 1000 | „ | „ |
| 15% | „ | „ | „ | 1500 | „ | „ |
| 20% | „ | „ | „ | 2000 | „ | „ |
| 25% | „ | „ | „ | 2500 | „ | „ |

Als **Betriebsdauer** gilt der Quotient aus den während des Rechnungsjahres (§ 4a) in der Anlage verbrauchten Kilowattstunden durch die Zahl der am Schlusse des Rechnungsjahres angeschlossenen Kilowatt.

Bei der **Rabattberechnung** wird der durch mehrere Elektrizitätszähler angezeigte Verbrauch nur dann zusammengerechnet, wenn die Elektrizitätszähler sich in einem oder mehreren auf demselben Grundstück liegenden Gebäuden samt Zubehör befinden und zu ein und demselben Geschäft oder zu ein und derselben Anstalt gehören.

§ 5.

Die zur **Messung** der elektrischen Energie dienenden Elektrizitätszähler werden den Abnehmern zu dem im nachstehenden Tarife festgesetzten monatlichen Mietpreise leihweise überlassen und bleiben Eigentum der Städtischen Elektrizitäts-Werke. Den Ort für die Aufstellung, sowie die Art, Grösse und Anzahl der für jede Installation erforderlichen Elektrizitätszähler bestimmen die Städtischen Elektrizitäts-Werke.

Die Kosten der Unterhaltung und etwaige Reparaturen tragen die Städtischen Elektrizitäts-Werke. Sofern die Beschädigung eines Elektrizitätszählers nicht durch die Schuld der Städtischen Elektrizitäts-Werke herbeigeführt worden ist, hat der Abnehmer die Kosten der Wiederherstellung des beschädigten Zählers zu tragen.

Die Miete beträgt:

Für Elektrizitätszähler bis zu 3 Kilowatt 1 Mark für einen Monat.

Für Elektrizitätszähler für mehr als 3 Kilowatt bis 6 Kilowatt 2 Mark für einen Monat.

Für Elektrizitätszähler von 6 Kilowatt ab 3 Mark für einen Monat.

Die Miete wird von erfolgter Inbetriebsetzung des Zählers an stets für den vollen Monat berechnet, auch wenn der Zähler nicht in Benutzung ist.

Bei **Aufhören des Strombezuges** werden die Elektrizitätszähler durch die Städtischen Elektrizitäts-Werke ausser Betrieb gesetzt, bezw. eventuell wieder gebührenfrei entfernt. Für Elektrizitätszähler, welche auf Verlangen des Abnehmers nur vorübergehend ausser Betrieb gesetzt werden, jedoch an der Verbrauchsstelle verbleiben sollen, wird die Miete weiter berechnet.

§ 6.

Wenn ein Elektrizitätszähler **unrichtige Angaben** macht oder stehen bleibt, so wird für die Dauer der Störung bezw. Unterbrechung derjenige Verbrauch in Rechnung gestellt, der sich mit Rücksicht auf den sonstigen durchschnittlichen Stromverbrauch unter Berücksichtigung der in Betracht kommenden Verhältnisse ergiebt.

Erhebt der Abnehmer Zweifel über die Richtigkeit eines Elektrizitätszählers, so wird derselbe auf schriftlichen Antrag des Abnehmers von den Städtischen Elektrizitäts-Werken auf seine Richtigkeit geprüft. Die rechtzeitige Zahlung (vergl. § 7) der eventuell bereits gestellten Stromrechnung kann jedoch aus diesem Grunde nicht verweigert werden.

Ergiebt sich eine Unrichtigkeit von mehr als ± 5%, so wird dem Abnehmer die zu viel bezahlte elektrische Energie bei der nächsten Stromrechnung in Abzug gebracht oder, wenn er die Stromabnahme eingestellt hat, zurückvergütet, bezw. die zu wenig gezeigte Energie nachträglich berechnet; in diesem Falle werden Gebühren für die Prüfung der Elektrizitätszähler nicht erhoben.

Ergiebt die Prüfung jedoch keine die zulässige Fehlergrenze von ± 5% überschreitende Unrichtigkeit, so hat der Antragsteller die Kosten der Prüfung zu tragen. Diese Kosten betragen für den Elektrizitätszähler

bis zu 3 Kilowatt 10 Mark
über 3 „ 15 „

**Rückvergütungen und Nacherhebungen** werden im allgemeinen nur für den Zeitraum zwischen dem Tage der Revisionsaichung des Zählers und der letzten seitens des Abnehmers seiner Zeit nicht beanstandeten Verbrauchsangabe gewährt, bezw. berechnet. Reklamationen gegen den Stromverbrauch müssen binnen 5 Tagen vom Tage der Zustellung des Zählerablesezettels ab bei der Betriebsdirektion der Städtischen Elektrizitäts-Werke schriftlich angebracht werden.

Eine Vergütung irgend welcher Art für Stromverluste durch Erdschluss, Kurzschluss und dergleichen, welche in den Anlagen selbst stattfinden, wird in keinem Falle gewährt.

## § 7.

Die Beträge der **Rechnungen** für Verbrauch elektrischer Energie, Elektrizitätszählermiete etc. werden von den Abnehmern durch städtische Angestellte monatlich gegen Übergabe der Rechnung bezw. Quittung eingezogen. Den Städtischen Elektrizitäts-Werken steht es frei, die Rechnungen auch in kürzeren Zwischenräumen zu stellen. Etwaige Rabattvergütungen kommen bei der letzten Monatsrechnung des Rechnungsjahres (§ 4a) zum Austrage. Bei der Berechnung der Rabatte wird jeweils das Rechnungsjahr (§ 4a) zu Grunde gelegt. Es ist nicht gestattet, an den Rechnungen irgend welche Abzüge zu machen; etwaige mit Berechtigung beanstandete Rechnungsstellungen werden bei der nächsten Zahlung berichtigt.

Wird bei Vorzeigung der Quittung **Zahlung** nicht geleistet, so hat letztere innerhalb 5 Tagen bei der Kasse der Städtischen Elektrizitäts-Werke zu erfolgen, widrigenfalls der rückständige Betrag gegen eine Gebühr von 20 Pfg. erhoben wird. Erfolgt auch dann keine Zahlung, so kann vor Einleitung weiterer Zwangsmittel die Stromlieferung eingestellt werden.

Für jede durch **Zahlungssäumigkeit** veranlasste Ausserbetrieb- bezw. Inbetriebsetzung einer Anlage wird eine Gebühr von je 1 Mark erhoben.

Die Städtischen Elektrizitäts-Werke haben das Recht, zur Sicherheit ihrer Ansprüche auf Zahlung von Energieverbrauch, Elektrizitätszählermiete etc., sowie auf unbeschädigte Rückgabe der mietweise überlassenen Elektrizitätszähler ein von dem Abnehmer bei der Stadthauptkasse nach deren Bedingungen zu hinterlegendes **Haftgeld** zu verlangen und sich an demselben gegebenenfalls ohne Angehen der Gerichte schadlos zu halten.

## § 8.

Die Städtischen Elektrizitäts-Werke haben das Recht, die Hausanschlüsse und Hausanschlussleitungen etc. von Zeit zu Zeit auf ihre Brauchbarkeit zu prüfen und, wenn nötig, auf Kosten des Abnehmers in Stand setzen zu lassen. Den durch Karte sich legitimierenden Beamten bezw. Angestellten der Städtischen Elektrizitätswerke ist zu diesem Zwecke ungehinderter Zutritt zu den betreffenden Räumen zu gestatten.

## § 9.

Sollten die Städtischen Elektrizitäts-Werke aus irgend einem Grunde für kürzere oder längere Zeit an der Abgabe elektrischer Energie verhindert sein, so steht den Abnehmern keinerlei Anspruch auf Entschädigung zu.

## § 10.

Zur sofortigen **Einstellung der Zufuhr** elektrischer Energie bezw. zur Absperrung von Leitungen steht den Städtischen Elektrizitäts-Werken ohne richterliche Entscheidung das Recht zu:

1. wenn der Abnehmer seinen Zahlungsverpflichtungen nicht pünktlich nachkommt (§ 7);
2. wenn den den Städtischen Elektrizitäts-Werken nach diesen Bedingungen vorbehaltenen Anordnungen nicht Folge geleistet wird, oder Änderungen einer bestehenden Anlage ohne Genehmigung der Städtischen Elektrizitäts-Werke vorgenommen werden (§ 3);

3. wenn den Beamten bezw. Angestellten der städtischen Elektrizitäts-Werke, welche sich durch Karte legitimieren, der Zutritt zu den Hausanschlüssen, Elektrizitätszählern, Leitungen, Apparaten etc. ohne der Betriebsdirektion der Städtischen Elektrizitäts-Werke genügend erscheinende Gründe verweigert, erschwert oder unmöglich gemacht wird (§ 8).

Nur die Städtischen Elektrizitäts-Werke bezw. deren Angestellte sind berechtigt, Anlagen mit dem Städtischen Leitungsnetze zu verbinden. Teile von Anlagen, deren Ausserbetriebsetzung die Städtischen Elektrizitäts-Werke angeordnet haben, dürfen nicht in Betrieb behalten werden; auch dürfen Anlagen nur durch die Städtischen Elektrizitäts-Werke von dem städtischen Leitungsnetze getrennt werden.

§ 11.

Wenn ein Abnehmer den Bezug elektrischer Energie einzustellen wünscht, so hat er davon der Betriebsdirektion der Städtischen Elektrizitäts-Werke mindestens **5 Tage vorher schriftliche Mitteilung** zu machen. Im Unterlassungsfalle haftet der Abnehmer für den bis zur erfolgten Anzeigeerstattung vom Elektrizitätszähler angezeigten Verbrauch und für die entstehende Elektrizitätszählermiete.

§ 12.

Vorstehende Bedingungen treten am 1. April 1902 und zwar auch für die bereits vorhandenen Abnehmer in Kraft.

Änderungen dieser Bedingungen bleiben vorbehalten und treten 3 Monate nach erfolgter öffentlicher Bekanntmachung in Kraft.

**Frankfurt a. M.**, den 17. Dezember 1901.

Der Magistrat.

Beschluss No. 2543.

**Anlage 3.**

# Vorschriften

für die

# Ausführung elektrischer Anlagen,

welche an das Leitungsnetz

der Städtischen Elektrizitäts-Werke zu Frankfurt am Main

angeschlossen werden sollen.

## I. Allgemeine Bestimmungen.

### § 1.

Die Herstellung der Hausanschlüsse, sowie die Lieferung und Anbringung der Elektrizitätszähler erfolgt ausschliesslich durch die Betriebsdirektion der Städtischen Elektrizitäts-Werke gemäss den jeweils gültigen Bedingungen für den Bezug elektrischer Energie etc. aus den Städtischen Elektrizitäts-Werken.

Die Herstellung der Installationen von dem Anschluss ab, sowie die Lieferung der Lampen, Elektromotoren, Heizkörper etc. bleibt den Unternehmern für elektrische Anlagen überlassen, welche hierzu die schriftliche Erlaubnis der Betriebsdirektion besitzen. Die Lieferung der Motoren im Anschluss an das Elektrizitäts-Werk II (Bockenheim) ist den Städtischen Elektrizitäts-Werken selbst vorbehalten.

### § 2.

Die einem Unternehmer zu erteilende schriftliche Erlaubnis (Konzession) zur Ausführung von Installationen im Anschluss an das städtische Leitungsnetz ist neben der Bedingung der Ortsansässigkeit sowie der allgemeinen Zuverlässigkeit desselben von dem Nachweis abhängig, dass die Installationen unter Leitung eines Technikers ausgeführt werden, der die hierzu nötigen Vorkenntnisse und Erfahrungen durch Zeugnisse nachweisen kann.

Die Erlaubnis wird nur gegen jederzeitigen Widerruf erteilt und wird zurückgezogen, sobald sich gegen deren Fortdauer Bedenken geltend machen.

### § 3.

Behufs Erlangung der Erlaubnis zur Ausführung von Installationen hat der Nachsuchende einen schriftlichen Antrag an die Betriebsdirektion zu richten.

Ist den Bedingungen des § 2 nachweisbar Genüge geleistet, so wird die nachgesuchte Genehmigung nach Leistung eines Haftgeldes in Höhe von 1000 Mark erteilt. Das Haftgeld ist auf Anfordern seitens der Stadthauptkasse gemäss deren Bedingungen dortselbst zu hinterlegen.

### § 4.

Die Betriebsdirektion ist ermächtigt, sich bezüglich aller Forderungen, welche ihr aus der Nichtbeachtung dieser Vorschriften an die Unternehmer erwachsen (siehe §§ 5 und 9) an dem Haftgeld schadlos zu halten. Gleichzeitig wird die erteilte Erlaubnis zur Ausführung von Installationsarbeiten solange aufgehoben, bis das Haftgeld wieder auf die vorschriftsmässige Höhe von 1000 Mark ergänzt ist.

### § 5.

Die Betriebsdirektion hat das Recht, Verstösse gegen diese Vorschriften mit Ordnungsstrafen bis zur Höhe von 50 Mark im Einzelfall zu belegen. Besteht der Verstoss darin, dass ein Unternehmer, oder ein bei demselben beschäftigter Monteur, Arbeiter oder sonstiger Angestellter des Unternehmers eine Installationsanlage oder eine Veränderung, Ergänzung oder Ausdehnung einer solchen vor der Abnahmeprüfung (vergleiche §§ 30—33) ohne schriftliche Erlaubnis der Betriebsdirektion, wenn auch nur probeweise, unmittelbar oder mittelbar an das Leitungsnetz angeschlossen oder in Betrieb gesetzt hat, so tritt zu der vorerwähnten Ordnungsstrafe noch die Schadenersatzforderung der Betriebsdirektion für entgangene Stromeinnahme und beschädigte Apparate (Elektrizitätszähler und dergleichen), sowie der Betrag der Abnahmegebühr, welche für die ohne Erlaubnis der Betriebsdirektion angeschlossenen Objekte zu entrichten ist.

### § 6.

Ohne schriftliche Genehmigung der Betriebsdirektion dürfen Installationsarbeiten irgend welcher Art nicht in Angriff genommen werden.

Die Erteilung der Genehmigung zur Inangriffnahme von Installationsarbeiten erfolgt schriftlich nach Erfüllung der in den §§ 11—21 angegebenen Vorschriften.

§ 7.

Während der Ausführung von Installationsarbeiten hat die Betriebsdirektion das Recht der Überwachung derselben. Den von der Betriebsdirektion auf Grund dieser Vorschriften angeordneten Massnahmen ist Folge zu leisten, widrigenfalls derselben das Recht zusteht, die §§ 5 und 9 zur Anwendung zu bringen.

§ 8.

Nach der Fertigstellung von Installationsarbeiten erfolgt seitens der Betriebsdirektion die Prüfung und der Anschluss der Anlage an das Leitungsnetz, sofern die in den §§ 22—32 enthaltenen Bedingungen in jeder Hinsicht erfüllt sind. Falls durch Verschulden des Installateurs eine als fertig gemeldete Anlage nicht an das Leitungsnetz angeschlossen werden kann und wiederholte Abnahmeprüfungen erforderlich werden, hat der Installateur für jede wiederholte Abnahmeprüfung eine Gebühr von 10 Mark an die Betriebsdirektion zu entrichten.

§ 9.

Der Unternehmer bleibt auf die Dauer eines Jahres, von dem Datum der Inbetriebsetzung einer Anlage gerechnet, verpflichtet, jeden nach dem Urteil der Betriebsdirektion durch fehlerhafte oder vorschriftswidrige Arbeit oder Lieferung den Interessen der Betriebsdirektion zugefügten Schaden zu ersetzen und die Ursachen desselben innerhalb einer gegebenen Frist auf seine Kosten zu beseitigen.

Lässt der Unternehmer diese Frist verstreichen, ohne die verlangten Änderungen auszuführen, so ist die Betriebsdirektion berechtigt, dieselben auf Kosten des Unternehmers mit Inanspruchnahme seines Haftgeldes durch einen anderen Unternehmer ausführen zu lassen.

Handelt es sich um den Anschluss einer älteren oder noch nicht im Betrieb gewesenen Anlage, so ist der Unternehmer, welcher die Beleuchtungskörper anschliesst und die Fertigstellungsanzeige bei der Betriebsdirektion einreicht, verpflichtet, den Konsumenten auf etwaige Mängel der Anlage aufmerksam zu machen und die Anlage in vorschriftsmässigen Zustand zu setzen.

§ 10.

Durch die gemäss §§ 30 und 31 seitens der Betriebsdirektion vorzunehmende Prüfung und den Anschluss einer Anlage an das Leitungsnetz wird der Unternehmer in keiner Beziehung der dem Stromabnehmer gegenüber eingegangenen Verpflichtungen, noch der Verantwortlichkeit für die Folgen unsachgemässer Ausführung enthoben.

## II. Einreichung von Projekten.

§ 11.

Vor Inangriffnahme von Installationsarbeiten sind Projektpläne in doppelter Ausfertigung auf Zeichen-, Paus- oder Lichtdruckpapier im Massstabe 1:50 oder 1:100 in dem vorgeschriebenen Format (vergleiche Anlage D) einzureichen.

Bei grösseren Anlagen ist dem Plane ausserdem ein Schaltungsschema beizufügen. Die Projektpläne, sowie das Schaltungsschema sind nach § 1 der Vorschriften für die Errichtung von elektrischen Starkstromanlagen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, nachstehend Verbandsvorschriften genannt, auszuführen.

Die Pläne müssen ausserdem enthalten:

1. Links oben: Elektrizitätswerk I beziehungsweise Elektrizitätswerk II, je nachdem der Anschluss an das Kabelnetz des Elektrizitätswerkes Frankfurt oder Bockenheim erfolgt.
2. Mitte oben: Name des Stromabnehmers, sowie Strasse und Hausnummer desselben.
3. Links unten: Zahl und Lichtstärke der Glühlampen, Zahl und Energieverbrauch der Bogenlampen, Zahl und Leistung der Elektromotoren, Zahl und Energieverbrauch sonstiger Verbrauchsgegenstände, gesamter Energieverbrauch in Watt.
4. Rechts unten: Unterschrift des Unternehmers und Tag der Projekt-Einreichung.

§ 12.

Der Unternehmer hat auf Verlangen Proben der zur Verwendung kommenden Materialien und Apparate zur Prüfung vorzulegen.

Nur solche Materialien und Apparate dürfen Verwendung finden, welche eine Prüfung nach den diesbezüglichen Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker aushalten.

Die Betriebsdirektion leistet keinerlei Ersatz für die an den Gegenständen durch die Prüfung gegebenen Falles entstehenden Schäden. Die Proben werden nur auf ausdrücklichen Wunsch des Unternehmers zurückgegeben.

§ 13.

Durch die Unterschrift der Betriebsdirektion wird die Genehmigung des Projektes und die Erlaubnis zur Ausführung desselben erteilt. Eine Verpflichtung zur Herstellung des Hausanschlusses etc. wird durch die Genehmigung eines Projektes seitens der Betriebsdirektion nicht übernommen. Allen von der Betriebsdirektion der Elektrizitäts-Werke verlangten Änderungen an den eingereichten Projekten ist nachzukommen.

Von dem Beginne einer Installation ist der Betriebsdirektion der Elektrizitäts-Werke zwei Tage vorher, von jeder beabsichtigten Veränderung, Ergänzung oder Ausdehnung einer bestehenden Anlage sofort auf dem vorgeschriebenen Formular A (vergleiche Anlage 3) unter Beifügung eines Anmeldeformulars schriftliche Anzeige zu machen.

§ 14.

Änderungen an vorhandenen genehmigten Anlagen, Veränderungen, Umlegung oder Auswechselung vorhandener Leitungen, sowie Herstellung neuer Leitungen, Verwendung neuer oder abgeänderter Apparate, Isolierungs-Vorrichtungen, Beleuchtungskörper, Änderungen in der Zahl und Energieverbrauch der Glühlampen und Bogenlampen und dergleichen, sowie überhaupt die Ausführung grösserer Reparaturen bedürfen gleichfalls der Genehmigung der Betriebsdirektion und sind wie Neuanlagen zu behandeln.

Bei geringfügigen Arbeiten, Austausch von Schaltern, Steckdosen, Abzweigdosen, Lüsterverbindungen, Fassungen und Beleuchtungskörpern, gegen solche von gleicher Grösse und vorschriftsmässiger Konstruktion, Reparatur derselben, Beseitigung von Isolationsfehlern, Einregulieren von Bogenlampen, Reparatur von Aufzugsvorrichtungen und dergleichen — durch welche der Anschlusswert (angeschlossene KW.) der Anlage nicht wesentlich geändert wird, genügt die Meldung unmittelbar nach Fertigstellung dieser Arbeiten, spätestens jedoch innerhalb acht Tagen unter Benutzung des Formulars D (Anlage 3). Bei Unterlassung dieser Meldung wird nach § 5 verfahren.

## III. Aufstellung der Projekte.

§ 15.

Die Aufstellung der Projekte hat entsprechend den für die betreffende Betriebsspannung jeweils gültigen Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker zu erfolgen.

§ 16.

Die Installationen im Anschluss an das Elektrizitätswerk I sind nach dem Zweileiter-System auszuführen.

Für den Anschluss von Installationen an das Werk II gelten folgende Vorschriften:

1. Lichtanlagen werden nur an das Gleichstrom-Dreileiternetz von 2 × 110 Volt Spannung angeschlossen.

   Hierbei sind Anlagen bis 0,5 KW. nach dem Zweileiter-System und über 0,5 KW. nach dem Dreileiter-System tunlichst in gleichmässiger Verteilung auf die beiden Netzhälften auszuführen.

   Der Mittelleiter ist innerhalb von Gebäuden in demselben Querschnitt wie die Aussenleiter zu verlegen.

2. Motoren bis zu 3 KW. Energiebedarf können mit besonderer Genehmigung der Betriebsdirektion an das Gleichstromnetz angeschlossen werden und zwar bis zu 1 KW. an eine Netzhälfte (110 Volt), von 1 bis 3 KW. an die Aussenleiter (220 Volt).

   Motoren über 3 KW. werden ausschliesslich an das Drehstromnetz von 3 × 700 Volt Spannung angeschlossen.

§ 17.

Leitungen zu Motoren und Heizanlagen sind unmittelbar am Hausanschluss abzuzweigen und dortselbst mit Sicherungen zu versehen. In besonderen Fällen kann nach dem Ermessen der Betriebsdirektion von dieser Vorschrift abgesehen werden. Für Licht- und Kraftleitungen sind ausserdem stets getrennte Schalttafeln aufzustellen.

§ 18.

Die Leitungsquerschnitte sind derart zu wählen, dass der höchste Spannungsverlust von dem Hausanschlusskasten bis zu einer beliebigen Verbrauchsstelle 1,5% der Betriebsspannung nicht übersteigt, wenn sämtliche stromverbrauchende Gegenstände gleichzeitig eingeschaltet sind.

Bei Motoren- und Heizanlagen, sowie bei Anlagen, welche im Anschlusse an das Elektrizitätswerk I ihre Energie einem besonderen Transformator entnehmen, ist ein Spannungsverlust von 2,5% zulässig.

Höhere Spannungsverluste können mit Genehmigung der Betriebsdirektion in besonderen Fällen zugelassen werden, sofern hierdurch die Belastung der Drähte die in § 5 der Verbandsvorschriften angegebenen Ziffern nicht überschreitet.

Bei Bogenlampen ist es gestattet, die Zuleitung mit den in § 5 der Vorschriften des Verbandes Deutscher Elektrotechniker angegebenen Ziffern zu belasten. Ausserdem ist bei Gleichstrombogenlampen die Verwendung von Eisendraht gestattet.

§ 19.

Für die Berechnung der Leitungsquerschnitte gilt Folgendes:

a) Für jede Glühlampe bis 25 NK. einschliesslich ist eine Stromstärke von 0,7 Ampère in Rechnung zu ziehen. Bei Glühlampen mit höherer Leuchtkraft wird die erforderliche Stromstärke in Rechnung gestellt.

   Für Reklameschilder ist die tatsächliche Stromstärke, mindestens jedoch 0,3 Ampère pro Glühlampe in Rechnung zu setzen. Be-

leuchtungskörper mit grösserer Lampenzahl von geringer Leuchtkraft können in Gruppen von je 8,4 Ampère eingeteilt werden.

b) Für jede Bogenlampe ist ein Strombedarf des 1½ fachen des normalen Strombedarfs in Rechnung zu ziehen.

c) Für Elektromotoren sind die Leitungen der Anlaufstromstärke gemäss zu berechnen (siehe § 26). Die Grösse der Sicherungen, Ausschalter und dergleichen sind ebenfalls der Anlaufstromstärke der Motoren entsprechend zu wählen.

d) Für Heizapparate sind die Leitungen der tatsächlichen Verbrauchsstromstärke entsprechend zu berechnen.

§ 20.

Es wird empfohlen, die Verteilung der Lampen auf die einzelnen Zweigleitungen so vorzunehmen, dass in einem Raum, in welchem mehr als 5 Lampen brennen, diese nicht alle von einer gemeinsamen Sicherung abgezweigt sind.

Im Übrigen dürfen nur 12 Glühlampen in einen Stromkreis gelegt werden.

§ 21.

Um nachteilige Einwirkungen der Starkstromanlagen auf die Reichs- und die städtischen Telegraphen- und Telefonleitungen zu verhüten, sollen die Hin- und Rückleitungen der ersteren in einem so geringen, überall gleichen Abstand von einander geführt werden, als dies die Rücksicht auf die Sicherheit des Betriebes der Lichtleitungen und die Bestimmungen dieser Vorschriften zulässt. Auch bei hintereinandergeschalteten Bogenlampen ist die Herstellung derartiger nebeneinander verlaufenden Hin- und Rückleitungen durchzuführen.

Alle im Freien oberirdisch geführten Starkstromleitungen müssen bei Kreuzungen mit Reichs-Telegraphen- oder Telefonleitungen einen Abstand von mindestens 1 m von denselben einhalten. An den Kreuzungsstellen dieser Starkstromanlagen mit Reichs-Telegraphen- und Telefonleitungen müssen die Starkstromleitungen mindestens in dem in Betracht kommenden Stützpunktzwischenraum aus Gummidraht hergestellt werden. Hierbei sind die Starkstromleitungen so zu führen, dass sie die Schwachstromleitungen möglichst rechtwinkelig kreuzen. Andernfalls ist die Isolierung der Starkstromleitungen beiderseits der Kreuzungsstellen soweit zu verlängern, dass bei etwaigem Reissen der Schwachstromleitungen diese mit einem blanken Draht der Starkstromleitungen nicht in Berührung kommen können.

An denjenigen Stellen, wo blanke Starkstromleitungen neben Schwachstromleitungen verlaufen und der gegenseitige Abstand weniger als 10 m beträgt, müssen die Starkstromleitungen auf eine ausreichende Strecke aus isoliertem Draht hergestellt werden. Von dieser Bedingung kann dort abgesehen werden, wo die örtlichen Verhältnisse eine Berührung der Starkstrom- und Schwachstromleitung auch beim Umbruch von Gestängen oder beim Zerreissen von Drähten ausschliessen.

Beim Installieren der isolierten Lichtleitungen im Innern der Gebäude sind Kreuzungen mit etwa vorhandenen Telefonleitungen tunlichst zu vermeiden. Lässt sich eine Überkrenzung nicht umgehen, so müssen die Starkstromleitungen durch Überschieben eines Hartgummi-, Papier- oder Porzellanrohres oder durch einen Kreuzungsring aus Glas oder Porzellan von den unterhalb befindlichen Telefonleitungen fern gehalten werden. Das Schutzrohr ist gegen Lageänderung sorgfältigst zu sichern.

In Räumen, in welchen Telefonleitungen geführt sind, ist das Anheften der Starkstromleitungen an derselben Wand, an welcher die Telefonleitungen sich befinden, verboten.

## IV. Ausführung der Installationen.

§ 22.

Die Anlagen sind nach den jeweils gültigen Verbandsvorschriften auszuführen.

§ 23.

Die Glühlampen sind für eine normale Spannung von 120 Volt für das Elektrizitäts-Werk I und 110 Volt bezw. 220 Volt für das Elektrizitäts-Werk II zu wählen. Für Sockel und Fassungen ist nur Edisongewinde zulässig. Ausnahmen hiervon können in besonderen Fällen genehmigt werden. Beleuchtungskörper im Anschluss an Werk I müssen isoliert aufgehängt, im Anschluss an Werk II mit dem geerdeten Mittelleiter verbunden werden.

§ 24.

Die Bogenlampen sind entweder unter Verwendung von induktionsfreien Vorschaltwiderständen oder von Transformatoren mit eisengeschlossenem Kraftlinienweg einzubauen.

Aufzugsvorrichtungen müssen der Prüfung auf fünffache Sicherheit genügen.

§ 25.

Die Verwendung von Heiz- und Kochapparaten bedarf der besonderen Genehmigung der Betriebsdirektion. Sofern die Berechnung des Stromverbrauchs durch einen besonderen Zähler nach § 4b der Strombezugsbedingungen erfolgen soll, sind nur solche Anschlussdosen und Stecker zulässig, welche eine Verwechslung mit Lichtsteckern ausschliessen.

Glühlampen-Heizkörper sind nur mit Schutznetz aus Draht von höchstens 20 mm Maschenweite zulässig.

§ 26.

Vor Ausarbeitung von Projekten über die Aufstellung von Elektromotoren hat der Stromabnehmer oder dessen Unternehmer sich mit der Betriebsdirektion der Städtischen Elektrizitätswerke ins Benehmen zu setzen, welche entscheidet, ob der Anschluss erfolgen kann und ob er an das Hoch- oder Niederspannungsnetz bezw. an das Gleich- oder Drehstromnetz zu erfolgen hat.

Aufzugsmotoren im Anschluss an Werk I, welche mit Belastung anlaufen, werden an besondere Transformatoren angeschlossen.

Die Anlaufstromstärke der Motoren mit einem Energiebedarf bis zu einschliesslich 0,5 KW. darf nicht grösser sein als das Dreifache, der Motoren von 0,5—6 KW. nicht grösser als das Doppelte, der Motoren von über 6 KW. nicht grösser als das 1½ fache der Stromstärke bei Vollbelastung des Motors.

Auf Verlangen der Betriebsdirektion müssen Elektromotoren mit Anlass-Apparaten vorgesehen werden, welche eine ganz allmälige Entnahme des zum Anlauf erforderlichen Stromes gestatten.

Bei Wechsel- und Drehstrommotoren muss der Leistungsfaktor bei Vollbelastung mindestens betragen:

a) 0,5 für Motoren bis einschliesslich 0,5 KW.
b) 0,7 „ Motoren bis einschliesslich 3 „
c) 0,75 „ Motoren von mehr als 3 „

Elektromotoren, welche Spannungsschwankungen von störendem Einfluss auf benachbarte Lichtinstallationen beim Ein- und Ausschalten oder während des Betriebes hervorrufen, werden von der Benutzung ausgeschlossen, resp. müssen auf Verlangen der Betriebsdirektion beseitigt oder durch andere diesen Bedingungen entsprechende ersetzt werden.

§ 27.

Hauptausschalter für Glühlampenanlagen, sowie Ausschalter für Motoren und Bogenlampen sind stets allpolig zu wählen.

### Sicherungen.

§ 28.

Stöpselsicherungen sind bis zu 30 Ampère einschliesslich zulässig. Für Einschraubstöpsel, bei welchen das Schraubengewinde als Kontaktfläche dient, ist Normal-Edisongewinde allein zulässig.

Im Übrigen sind alle Stöpselkonstruktionen zulässig, welche eine selbsttätige Lockerung, sowie eine Verwechslung der Stöpsel verschiedener Stromstärken unmöglich machen.

Für Stromstärken über 30 Ampère sind Lamellensicherungen anzuwenden. (Siehe Formular F, Anlage 3).

Lamellensicherungen für 120 Volt Wechselstrom, sowie 110 und 220 Volt Gleichstrom sind nach beigefügten Normalien auszuführen. Für 700 Volt Drehstrom sind Hochspannungssicherungen für 1000 Volt Spannung zu wählen.

Bei Steckdosen darf für Schnurleitungen von ¾ qmm Stärke nach dem Querschnitt, d. i. mit 4 Ampère, gesichert werden.

Einzelne Lampen in feuchten Räumen, welche von Stromkreisen in trockenen Räumen abgezweigt sind, müssen nochmals besonders gesichert werden.

§ 29.

Die Elektrizitätszähler werden ausschliesslich von der Betriebsdirektion geliefert und aufgestellt. Dieselben dürfen nur auf festen Wänden in ganz trockenen, leicht zugänglichen, staubfreien und hellen Räumen angebracht werden. Die Betriebsdirektion behält sich die Bestimmung des Aufstellungsortes vor. Für die Elektrizitätszähler sind auf Porzellanrollen isoliert montierte, genau senkrecht befestigte Eichenholzbretter in den in Formular G (Anlage 3) angegebenen Grössen anzubringen. Die Zähler müssen im Innenleiter angebracht werden. Derselbe ist zur Kenntlichmachung am Hausanschluss mit roter Farbe bezeichnet.

Um eine jederzeitige Kontrolle der Zähler ohne Betriebsunterbrechung zu ermöglichen, sind Prüfklemmen, welche von der Betriebsdirektion geliefert werden, seitens der Unternehmer nach Formular G (Anlage 3) auf dem Zählerbrett anzubringen.

Die Anbringung der Prüfklemmen, sowie die Führung der Leitungen ist gemäss Formular G (Anlage 3) auszuführen.

§ 30.

Bei bestehenden Anlagen, welche nachträglich an das städtische Leitungsnetz angeschlossen werden sollen, kann ausnahmsweise, soweit es die Anforderungen an Feuer- und Betriebssicherheit zulassen, nach dem Ermessen der Betriebsdirektion von der strikten Durchführung dieser Vorschriften abgesehen werden.

## V. Prüfung und Inbetriebsetzung.

§ 31.

Zur Anzeige der Fertigstellung einer Anlage, oder von Veränderungen, Ergänzungen einer Anlage oder Nachinstallation oder grösseren Reparaturen hat der Unternehmer die von der Betriebsdirektion der Elektrizitäts-Werke unentgeltlich zu beziehenden Formulare B und C (Anlage 3) zu benutzen, worin er versichert,

alle Lieferungen und Arbeiten nach diesen Vorschriften ausgeführt und sich durch die vorgenommenen Messungen von der tadellosen Beschaffenheit der gesamten Anlage überzeugt zu haben. Bei geringfügigen Arbeiten ist nach § 14, Absatz 2, zu verfahren.

Der Anzeige ist in jedem Falle eine genaue nach § 11 anzufertigende Revisionszeichnung auf Pausleinwand im Massstabe 1:50 oder 1:100 für den Gebrauch der Betriebsdirektion kostenlos beizugeben, auf welcher sämtliche bei der Ausführung gegen das genehmigte Projekt stattgefundenen Änderungen berücksichtigt sind.

Nachinstallationen sind auf den bei der Betriebsdirektion erhältlichen Revisionsplänen in grüner Farbe einzutragen. Sofern hierdurch die Pläne an Haltbarkeit und Übersichtlichkeit verlieren, ist die Betriebsdirektion berechtigt, von demjenigen Unternehmer, welcher die letzte Eintragung ausführt, die Anfertigung neuer Pläne zu verlangen.

Nicht vorhandene Revisionspläne sind von demjenigen Installateur zu liefern, welcher die Anmeldung zum Anschlusse bezw. die Fertigstellungsanzeigen einreicht, soweit sich derjenige, welcher die Anlage ausgeführt hat, nicht mehr ermitteln lässt.

§ 32.

Die Abnahmeprüfung bezw. Inbetriebsetzung einer als fertig angezeigten Anlage erfolgt innerhalb 4 Tagen nach Fertigmeldung an einem von der Betriebsdirektion festzusetzenden Zeitpunkt und erstreckt sich auf eine eingehende Besichtigung der ganzen Anlage, sowie auf Messung der Isolationswiderstände, und nach dem Ermessen der Betriebsdirektion der Elektrizitäts-Werke auch der Leitungswiderstände der Bogenlampen-Stromkreise, und die Anlauf- und Betriebsstromstärke der Elektromotoren.

Bei den Untersuchungen muss der Unternehmer oder dessen bevollmächtigter Vertreter zugegen sein, um jeden verlangten Aufschluss zu erteilen und etwaige Fehler auf Verlangen sofort zu beseitigen. Zur Prüfung der Betriebsfähigkeit einer Anlage kann ein Einschalten sämtlicher Lampen und Apparate bis zu 3 Stunden verlangt werden. Die Kosten dieses Stromverbrauches gehen zu Lasten des Abnehmers.

§ 33.

Die Inbetriebsetzung einer neuen Anlage geschieht ausschliesslich durch die Betriebsdirektion und kann erst dann verlangt werden, wenn die vorgenommene Besichtigung und Untersuchung die Anlage als völlig vorschriftsmässig befunden hat.

Nachinstallationen, Veränderungen und Ergänzungen bei bestehenden Anlagen können, abgesehen von der Ausnahme in § 14, nach erteilter Erlaubnis seitens der Betriebsdirektion (Formular E, Anlage 3) vom Unternehmer selbst an das Leitungsnetz angeschlossen und in Betrieb gesetzt werden (vergleiche § 5).

§ 34.

Vor Inbetriebsetzung ist der Unternehmer verpflichtet, dem Stromabnehmer über Handhabung der Apparate, Reinigen der Bogenlampen, Einsetzen von Kohlen, Anlassen, Betrieb und Wartung der Elektromotoren etc. genaue Anweisung und Anleitung zu erteilen.

§ 35.

Für die Überwachung, Prüfung und Abnahme der Installationen erhebt die Betriebsdirektion die im Tarif der Elektrizitäts-Werke festgesetzten Gebühren.

§ 36.

Die Wiederholung der Untersuchungen steht der Betriebsdirektion der Elektrizitäts-Werke zu jeder Zeit frei. Stellen sich bei der Untersuchung Mängel heraus, welche die Abtrennung notwendig machen sollten, so wird bis zur Beseitigung der Mängel die Anlage auf Kosten und Gefahr des Unternehmers ganz oder teilweise vom Strassennetz abgetrennt.

§ 37.

Die vorstehenden Bestimmungen treten am 1. Januar 1903 in Kraft. Mit dem gleichen Tage erlischt die Gültigkeit der Vorschriften vom 2. März 1900.

**Frankfurt a. M.**, den 9. Dezember 1902.

Der Magistrat.

In roter Farbe.

**Zu Anlage 3.**

Eingegangen ............ 190

Formular A

Verkehrsausweis ...... No. ............

Betrifft Werk I

" " II

# Anzeige des Beginnes einer Haupt-/Nach- Installation.

An die

**Betriebsdirektion der Städtischen Elektrizitäts-Werke**

**Frankfurt a. M.**

Der Unterzeichnete macht hierdurch die Meldung, dass er auf Grund de vom Städtischen Elektrizitäts-Werk genehmigten

**Projektplan** ........ **No.**

mit der Installation der elektrischen Anlage im Hause ............

............ No. ......

für Herrn ............ begonnen hat.

Die Anlage wird umfassen:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ........ | Glühlampen | zu | ........ | NK. |
| ........ | " | " | ........ | " |
| ........ | " | " | ........ | " |
| ........ | Steckkontakte | | | |
| ........ | " | | | |
| ........ | Bogenlampen | " | ........ | Amp. |
| ........ | " | " | ........ | " |
| ........ | " | " | ........ | " |
| ........ | Motore | " | ........ | PS. |
| ........ | " | " | ........ | " |
| ........ | Heizkörper | " | ........ | Amp. |
| ........ | " | " | ........ | " |

............

............

............

**Frankfurt a. M.**, den ............ 190

Geprüft.

............

Unterschrift des Unternehmers.

**In weisser Farbe.** **Zu Anlage 3.**

Eingegangen am ................ 19....  Formular B

Verkehrsnachweis Seite ........ No. ..........  Verkehrsausweis No. .........

Betrifft Werk I

" " II

# Anzeige der Fertigstellung einer Haupt-Installation.

An die

**Betriebsdirektion der städtischen Elektrizitäts-Werke**

**Frankfurt a. M.**

Der Unterzeichnete macht hierdurch die Anzeige, dass er im Hause ................................................ No. ..........

für Herrn ................................ eine elektrische Licht-/Kraft- Anlage

von ............ Glühlampen zu ........ NK.

............ " " ........ "

............ " " ........ "

............ Steckkontakte

............ "

............ Bogenlampen " ........ Amp.

............ " " ........ "

............ " " ........ "

............ Motore " ........ PS.

............ " " ........ "

............ Heizkörper " ........ Amp.

............ " " ........ "

................................................................................

................................................................................

ausgeführt hat; er erklärt, dass dieselbe nach **seinerseits vorgenommenen Untersuchungen** in allen Teilen den vorgeschriebenen Bedingungen entspricht und ersucht um Anschluss an das städtische Leitungsnetz.

**Frankfurt a. M.**, den ................ 190

Geprüft.

................................................

Unterschrift des Unternehmers.

**Bemerkung:** Fertigstellungs-Anzeigen **ohne vorhergegangene Meldung des Beginnes der Installation und ohne beigefügten Revisionsplan** finden keine Berücksichtigung.

**In blauer Farbe.** **Zu Anlage 3.**

Eingegangen am ........................ 190 Formular C

Verkehrsnachweis Seite ........ No. ........ Verkehrsausweis No. ........

Betrifft Werk I

" " II

# Anzeige der Fertigstellung einer Nach-Installation.

An die

**Betriebsdirektion der städtischen Elektrizitäts-Werke**

**Frankfurt a. M.**

Der Unterzeichnete macht hierdurch die Anzeige, dass er im Hause

........................................................................ No. ........

für Herrn ........................................ eine elektrische Licht-/Kraft-Anlage

von ........ Glühlampen zu ........ NK.

........ " " ........ "

........ " " ........ "

........ Steckkontakte

........ "

........ Bogenlampen " ........ Amp.

........ " " ........ "

........ " " ........ "

........ Motore " ........ PS.

........ " " ........ "

........ Heizkörper " ........ Amp.

........ " " ........ "

........................................................................

........................................................................

........................................................................

ausgeführt hat; er erklärt, dass dieselbe nach **seinerseits vorgenommenen Untersuchungen** in allen Teilen den vorgeschriebenen Bedingungen entspricht und ersucht um Anschluss an das städtische Leitungsnetz.

**Frankfurt a. M.,** den ........................ 190

Geprüft.

........................................

Unterschrift des Unternehmers.

**Bemerkung:** Fertigstellungs-Anzeigen **ohne vorhergegangene Meldung des Beginns der Installation und ohne beigefügten Revisionsplan** finden keine Berücksichtigung.

**In grüner Farbe.** **Zu Anlage 3.**

Eingegangen am .................... 190 Formular D

Verkehrsnachweis Seite ........ No. ........ Verkehrsausweis No. ........

Betrifft Werk I

" " II

# Anzeige der Fertigstellung einer Nach-Installation.

nach § 14, Abs. 2.

An die

**Betriebsdirektion der städtischen Elektrizitäts-Werke**

**Frankfurt a. M.**

Der Unterzeichnete macht hierdurch die Anzeige, dass er im Hause ........................................ No. ........

für Herrn ........................................

nachstehende Änderungen ausgeführt hat:

........................................

........................................

........................................

........................................

........................................

........................................

er erklärt, dass dieselben nach **seinerseits vorgenommenen Untersuchungen** in allen Teilen den vorgeschriebenen Bedingungen entsprechen.

**Frankfurt a. M.,** den .................... 190

Geprüft.

........................................
Unterschrift des Unternehmers.

**Bemerkung:** Fertigstellungs-Anzeigen **ohne beigefügten Revisionsplan** finden keine Berücksichtigung.

In weisser Farbe. **Zu Anlage 3.**

Formular E

# Erlaubnisschein
## zum Einschalten einer Nachinstallation.

An die

**Betriebsdirektion der städtischen Elektrizitäts-Werke**

**Frankfurt a. M.**

Der Unterzeichnete ersucht hierdurch, dass er die von ihm im Hause ............ No. ......

für Herrn ............

ausgeführte Nachinstallation von

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ............ | Glühlampen | zu | ............ | NK. |
| ............ | " | " | ............ | " |
| ............ | " | " | ............ | " |
| ............ | Steckkontakte | | | |
| ............ | " | | | |
| ............ | Bogenlampen | " | ............ | Amp. |
| ............ | " | " | ............ | " |
| ............ | " | " | ............ | " |
| ............ | Motoren | " | ............ | PS. |
| ............ | " | " | ............ | " |
| ............ | Heizkörper | " | ............ | Amp. |
| ............ | " | " | ............ | " |

............

............

............

an das Leitungsnetz anschliessen darf; er erklärt, dass dieselbe nach seinerseits vorgenommener Untersuchung vollkommen den Bedingungen entspricht und übernimmt hierfür durch seine Unterschrift jede Verantwortung.

**Frankfurt a. M.,** den ............ 190

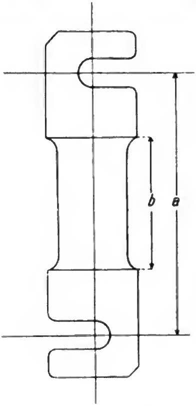
Erlaubnis erteilt ............

(Unterschrift.)

von ............

am ............

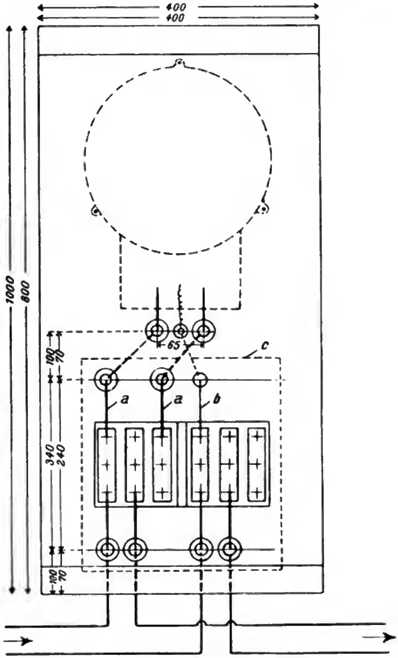
## Normalien für Lamellensicherungen.




| Grösste Stromstärke in Amp. | 30 | 40 | 60 | 80 | 100 | 130 | 165 | 200 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| m/m a | 100 | 100 | 100 | 100 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| m/m b | 20 | 50 | 50 | 50 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Stärke der Klemmschrauben | 3/8" | 3/8" | 3/8" | 3/8" | 1/2" | 1/2" | 1/2" | 1/2" |



## Zähler-Brett.




Massstab = 1 : 5. (Bis 150 Amp.)

a) Kabelstücke sind nur der Stromstärke nach zu bemessen. Sie müssen zum Zähleranschluss 20 cm lange Enden haben.

b) Spannungsdraht 2,5 qmm, ist an der Prüfungsklemme mittelst Kabelschuh zu befestigen. — Das Zählerbrett ist auf Isolierrollen, Grösse No. 27 zu montieren. — Die kleinen Masse gelten für Prüfklemmen bis 150 Amp., die grossen für mehr als 150 Amp. — Masse in mm.

c) Schutzkasten.

**Anlage 4.**

# Bestimmungen

betreffend

## das Rechnungs- und Kassenwesen für den Betrieb des städtischen Elektrizitäts-Werkes.

### Allgemeines.

§ 1.

I. Die Stadt-Hauptkasse bewirkt die Hauptbuchführung, Rechnungslegung und das Inventurwesen des städtischen Elektrizitäts-Werkes.

II. Bei der Betriebs-Direktion des städtischen Elektrizitäts-Werkes, welche dem Elektrizitäts- und Bahn-Amt unterstellt ist, besteht eine mit der Stadt-Hauptkasse in laufender Abrechnung stehende Betriebs-Zahlstelle; dieselbe zeichnet unter der Firma: „Betriebs - Zahlstelle des städtischen Elektrizitäts-Werkes" und führt im innerdienstlichen Verkehr die Bezeichnung: „Zahlstelle XI".

Die Zahlstelle bewirkt die Rechnungs- und Kassengeschäfte nach den in diesen Bestimmungen niedergelegten Grundsätzen.

Im Übrigen sind für den Dienstbereich der Betriebs-Direktion die städtischen Kassen- und Rechnungsvorschriften massgebend.

Die Zahlstelle hat alle Betriebs-Einnahmen in Bar oder unter Mitwirkung der Stadt-Hauptkasse durch Umbuchung einzuziehen, sowie die mit dem Betrieb im Zusammenhang stehenden durch die Geschäfts-Anweisung des Betriebs-Direktors bestimmten Ausgaben zu leisten.

Ferner bestehen noch folgende besondere Bureau- und Nebenkassen:

a) Eine Kasse für rückständige Löhne. Dieselbe wird von dem Kassierer der Zahlstelle geführt.

b) Eine Bureaukasse für Porto, kleine Ausgaben, Strassenbahn-Fahrgelder u. s. w. (100 Mark). Die Führung wird von einem Bureau-Angestellten bewirkt.

c) Eine Bureaukasse für Invaliden-Versicherungs-, sowie Krankenkassen-Beiträge (100 Mark). Die Führung wird einem Bureau-Angestellten übertragen.

Etwaige (für besondere Auslagen) einzelnen Beamten, Angestellten oder Bediensteten zu gewährenden Vorschüsse bedürfen stets der Anweisung des Betriebs-Direktors und müssen so schnell als möglich abgewickelt werden.

### Anweisungswesen.

§ 2.

I. Der Betriebs-Direktor nimmt mit persönlicher Verantwortung die anordnenden Geschäfte und die Aufsicht über das Rechnungs- und Kassenwesen der Betriebs-Direktion des Elektrizitäts-Werkes wahr.

Alle bei der Zahlstelle zur Festsetzung, Verrechnung oder Kontierung gelangenden Einnahmen und Ausgaben müssen auf den Beilagen mit den erforderlichen Bescheinigungen über die materielle und rechnerische Richtigkeit und soweit notwendig mit den Bescheinigungen über die erfolgte Buchung in den Inventarien- und Materialien-Bestandsbüchern seitens der hierfür zuständigen Beamten oder Angestellten versehen sein und die vom Betriebs-Direktor vollzogene Zahlungs-Anweisung mit wörtlicher Wiederholung des Anweisungsbetrags enthalten.

Durch die Anweisungs-Unterschrift des Betriebs-Direktors wird die Verantwortlichkeit für die materielle Richtigkeit von ihm übernommen.

Die Anweisungen des Betriebs-Direktors haben bis zu den mittelst definitiver Anweisung und amtsseitiger Kontrollbuchung des Elektrizitäts- und Bahn-Amts zu bewirkenden monatlichen Abrechnungen mit der Stadt-Hauptkasse den Charakter vorläufiger Anweisungen im Sinne der Magistrats-Beschlüsse vom 1. Oktober 1897 No. 1585 und 10. Mai 1898 No. 400 und dienen als Unterbeläge zur Abrechnung mit der Stadt-Hauptkasse.

Die Unterbeläge gehen nach erfolgter Buchung beim Elektrizitäts- und Bahn-Amt und Abrechnung mit der Stadt-Hauptkasse an das Rechnungs-Revisions-Bureau zur Revision. Nach erfolgter Revision gehen die Beläge etc. an die Betriebs-Zahlstelle zurück.

II. Bezüglich der Behandlung der **Kredite des Extra-Ordinariums** wird Folgendes bestimmt:

a) Alle Zahlungs-Anweisungen auf Kredite des Extra-Ordinariums erfolgen ausschliesslich durch das Elektrizitäts- und Bahn-Amt. Die Betriebs-Direktion hat, insoweit ihr die Ausführung der zu Lasten der Kredite des Extra-Ordinariums gehenden Arbeiten übertragen ist, die erforderlichen Zahlungs-Anweisungen auf dem vorgeschriebenen Rechnungs-Formulare vorzubereiten und versehen mit der Bescheinigung der materiellen und rechnerischen Richtigkeit dem Elektrizitäts- und Bahnamt einzureichen. Die Richtigkeits-Bescheinigung hat ausser dem betreffenden bauleitenden oder kontrollführenden Beamten in allen Fällen der Betriebs-Direktor mitzuvollziehen.

b) Ausgenommen von der Bestimmung unter a) sind Zahlungen dringlicher Natur, z. B. Arbeitslöhne etc. Diese Zahlungen werden vorläufig von der Betriebs-Direktion vorschussweise geleistet und am Monatsschluss durch Anweisung des Elektrizitäts- und Bahn-Amts auf den betreffenden Kredit des Extra-Ordinariums definitiv verbucht.

III. Sämtliche Kautionen sind bei der Stadt-Hauptkasse zu hinterlegen.

Die Anweisung zur Hinterlegung erfolgt ausschliesslich durch das Elektrizitäts- und Bahn-Amt. Soweit die Hinterlegung auf Veranlassung der Betriebs-Direktion geschieht, hat dieselbe die erforderlichen Anweisungen vorzubereiten und dem Elektrizitäts- und Bahn-Amt zur Vollziehung vorzulegen, welch letzteres nach geschehener Kontrollbuchung durch das Zentral-Bureau die Anweisung der Hauptkasse zustellt.

IV. Für Fälle der Behinderung des Betriebs-Direktors wird für die Betriebs-Zahlstelle dem I. Betriebs-Ingenieur die Befugnis zur vorläufigen Vollziehung „I. V." der Anweisungen übertragen.

Der Betriebs-Direktor hat in allen solchen Fällen **unverzüglich die definitive Vollziehung der Beläge unter sorgfältiger Prüfung nachzuholen.**

## Kassenwesen.

§ 3.

I. An allen Rechnungs- und Kassengeschäften müssen mindestens **zwei** Beamte oder Angestellte mitwirken, wovon jeder für die Richtigkeit und Vollständigkeit verantwortlich ist.

Jede vorgekommene oder drohende Unregelmässigkeit im Dienstbetrieb ist unverzüglich dem nächst unbeteiligten Dienstvorgesetzten oder dem Amts-Vorstand anzuzeigen.

II. 1. Die Verwaltung des Rechnungs- und Kassenwesens — insoweit nicht Abweichungen durch die Bestimmungen des § 1, II bedingt sind — besorgen:

a) ein Zahlstellen-Vorsteher,
b) ein Kassierer,
c) ein Gegenbuchführer,
d) Bureau-Gehülfen, }
e) Erheber, } in der erforderlichen Anzahl.
f) Zähler-Ableser, }

2. Die Geschäfte der im § 1, II unter a—c aufgeführten Bureau- und Nebenkassen führen die daselbst angegebenen Beamten, Angestellten u. s. w.

3. Auf die vorstehend im § 3 unter II Ziffer 1, a—c Genannten finden die Bestimmungen über Zwangs-Urlaub Anwendung.

4. Von den Beamten, Angestellten u. s. w. sind folgende Kautionen zu stellen:

| | |
|---|---|
| a) Zahlstellen-Vorsteher . . . . . | 4000 Mk. |
| b) Kassierer . . . . . . . . . | 3000 „ |
| c) Gegenbuchführer . . . . . . . | 2000 „ |
| d) Bureau-Gehülfen je . . . . . . | 100 „ |
| e) Erheber je . . . . . . . . . | 1000 „ |

III. Alle Quittungen der Zahlstelle sind vom Gegenbuchführer und vom Kassierer zu vollziehen.

Durch Aushang in der Zahlstelle und durch Vordruck auf den Quittungs-Formularen ist bekannt zu machen, dass nur Empfangsbescheinigungen mit zwei auf dem Aushang genannten Unterschriften Gültigkeit haben.

IV. Die Verteilung der Geschäfte unter das Personal hat, auch wenn Vertretungen angeordnet werden, stets derart zu erfolgen, dass die bestehenden Kontroll- und Sicherheits-Einrichtungen nicht geändert werden. Hierfür sind der Betriebs-Direktor und der Zahlstellen-Vorsteher verantwortlich. Bei allen Vertretungen ist für ordnungsmässige Geschäftsführung während der Dauer der Vertretung auch der Vertreter verantwortlich.

## Kassenbestände und Kassenverschluss.

§ 4.

1. Die Kassenbestände der Zahlstelle sind über Nacht und während der Dienstunterbrechungen unter Doppelverschluss des Zahlstellen-Vorstehers und des Kassierers zu nehmen.

II. Der Höchstbestand der Kasse wird auf 15000 Mark festgesetzt mit der Massgabe, dass mit jedesmaliger Zustimmung des Betriebs-Direktors die für die nächsten Geschäftstage für Lohn- und sonstige bestimmte Zahlungen etwa erforderlichen Gelder bis zum Gesamtbestand von höchstens 30000 Mark zurückbehalten werden dürfen. In den letzteren Fällen hat der Direktor den 15000 Mark überschiessenden Betrag im Tresor des Kassenschranks, unter Mitverschluss (dreifacher Verschluss) zu nehmen und die Höhe der verschlossenen Summe im Tagesabschlussbuch unter Namensbeischrift zu vermerken.

III. Die Erheber haben täglich die eingezogenen Beträge an die Kasse abzuliefern und dürfen über Nacht Dienstgelder — abgesehen von dem ihnen behändigten Wechselgelde — nicht in ihrem Besitze behalten.

Geldtransporte nach der Stadt-Hauptkasse hat ein Beamter oder Angestellter zu bewirken. Bei Transporten über 15000 Mark hat ein zweiter Beamter oder Angestellter den Transport zu begleiten. Die Bestimmung des den Transport begleitenden Beamten oder Angestellten liegt dem Zahlstellen-Vorsteher ob.

Für jeden Geldtransport sind Zeiten seitens des Betriebs-Direktors festzustellen, nach deren Ablauf der Kassierer sofort bei den betreffenden Stellen sich nach dem Verbleib der Geldsendung telefonisch zu erkundigen und bei ungenügender Auskunft unter allen Umständen dem Zahlstellen-Vorsteher und dem Betriebs-Direktor zur weiteren Veranlassung Anzeige zu erstatten hat.

Ebenso hat der Kassierer Anzeige zu erstatten, sofern ein Erheber nicht Abends die vorgeschriebene Ablieferung bewirkt.

IV. Die in runden Summen zu bewirkenden Ablieferungen an die Stadt-Hauptkasse, ebenso wie die Abhebungen von derselben, müssen bis 12 Uhr Mittags erfolgt sein und werden in einem Konto-Korrentbuche zu- und abgeschrieben; zur Vermeidung einer Überschreitung des zulässigen Höchstbestandes kann ausnahmsweise eine weitere Ablieferung bis 4 Uhr Nachmittags erfolgen.

Ablieferungen über 15000 Mark sind der Stadt-Hauptkasse vom Kassierer vorher telefonisch anzuzeigen.

Für die Ablieferungen fertigt die Zahlstelle einen vom Kassierer und Gegenbuchführer unterschriebenen und vom Zahlstellen-Vorsteher bescheinigten Einnahme-Ausweis der Stadt-Hauptkasse nach Formular zu.

Die Beläge zu Abhebungen aus dem Konto-Korrent bei der Stadt-Hauptkasse werden ebenfalls vom Kassierer und vom Gegenbuchführer gemeinschaftlich quittiert, vom Zahlstellen-Vorsteher bescheinigt und ausserdem mit der vom Betriebs-Direktor zu vollziehenden Anweisungs-Formel versehen.

Von Bar-Abhebungen im Konto-Korrent-Verkehr über 15000 Mark hat der Betriebs-Direktor sofort dem Elektrizitäts- und Bahn-Amt formularmässige Anzeige machen.

## Buchführung.

§ 5.

I. Der Zahlstellen-Vorsteher ist für die vorschriftsmässige und pünktliche Ausführung aller Rechnungs- und Kassengeschäfte sowie für die unbedingte Sicherheit und tadellose Verfassung der Zahlstelle einschliesslich deren Nebenkassen und Vorschüsse (vergl. § 1), verantwortlich.

II. Die von der Zahlstelle zu führenden wichtigsten Bücher sind:

1) ein Kassen-Journal,
2) „ Gegenkassen-Journal,
3) „ Tagesabschlussbuch,
4) eine Soll-Kontrolle,
5) ein Konto-Korrentbuch,
6) „ Kassenbuch über rückständige Löhne,
7) „ Journal über Licht- u. Kraftabgabe etc.
8) Licht- und Kraftkonten,
9) Kontrollen über die Kautionen, Spargelder, Vorschüsse u. s. w.

III. Für die Führung der Soll-Kontrolle sowie des Konto-Korrentbuches ist der Zahlstellen-Vorsteher verantwortlich.

Alle Einnahmen und Ausgaben sind unmittelbar nach der Feststellung, also *vor* der kassenmässigen Ausführung, in der Soll-Kontrolle, getrennt nach Zahlungen durch die Zahlstelle und die Stadt-Hauptkasse, zu verbuchen und mit den betreffenden Buchungsvermerken zu versehen.

Der Zahlstellen-Vorsteher ist dafür verantwortlich, dass alle Beläge vor Abgabe an die Kasse die im § 21 bezeichneten Bescheinigungen und die rechtsgültig vollzogene Zahlungs-Anweisung des Betriebs-Direktors tragen.

Weiter hat der Zahlstellen-Vorsteher sich täglich — nach Kassenschluss — zu überzeugen, dass das Kassen-Journal in den Endziffern mit dem Gegenkassen-Journal, dem Tagesabschlussbuch *und dem Geldbestand* übereinstimmt, sowie in Gemeinschaft mit dem Kassierer und dem Gegenbuchführer die Richtigkeit im Tagesabschlussbuch unterschriftlich zu bescheinigen.

Für die ordnungsmässige und richtige Veranlagung der Forderungen für Stromabgabe auf Grund der periodischen Stromaufmessungen oder sonstigen Berechnungen und Sonderverfügungen, der Gebühren für Abnahme

von Installationen, der Kosten für Hausanschlüsse u. s. w. ist der Zahlstellen-Vorsteher persönlich verantwortlich; die hierbei von den übrigen Beamten ausgeführten Arbeiten hat er stichprobenweise nachzuprüfen.

Allmonatlich ist der Stromverbrauch aus den Ablesekarten zu ermitteln, in die Licht- und Kraftkonten zu übertragen und sodann das Soll der Konsumenten zu berechnen.

Aus den Licht- und Kraftkonten ist das berechnete Soll, ebenso wie das Soll an Gebühren für die Abnahme von Installationen, für die Ausführung von Hausanschlüssen u. s. w. in das Journal für Licht- und Kraftabgabe zu übertragen und zusammen zu stellen. Das End-Ergebnis der Zusammenstellung ist unter wörtlicher Wiederholung der festgestellten Summe durch den Betriebs-Direktor als Veranlagungs-Soll förmlich festzusetzen und dient diese Festsetzung als Hebeanweisung für die Zahlstelle.

Alle Veränderungen gegen die festgesetzte Veranlagung sind unter besonderen Abschnitten des Journals für Licht- und Kraftabgabe als Zu- bezw. Abgang nachzuweisen und einzeln durch Feststellungs-Verfügung des Betriebs-Direktors zu belegen.

Die Zu- und Abgänge sind bei Feststellung des Solls im darauffolgenden Monat zu berücksichtigen.

Über Ausfälle, welche das Zahlstellen-Personal unter Aufwendung grösster Sorgfalt in der Einziehungs-Verfolgung möglichst abzuwenden hat, muss stets eine besondere Abgangsverfügung des Elektrizitäts- und Bahn-Amtes vorliegen.

Weiterhin hat der Zahlstellen-Vorsteher unter zweckmässiger Verteilung der Arbeit auf die übrigen Beamten und Angestellten den auf das Rechnungs- und Kassenwesen bezüglichen Schriftverkehr für die Betriebs-Direktion auszuführen, die Geldablieferungen, Abhebung und monatliche Abrechnung mit der Stadt-Hauptkasse zu überwachen bezw. nachzuprüfen. Insbesondere ist der Zahlstellen-Vorsteher für die Übereinstimmung der Ablesekarten mit den Konten und dieser mit dem Journal für Licht- und Kraftabgabe verantwortlich; auch hat er die täglichen Abrechnungen mit den Erhebern zu kontrollieren.

Alle nicht durch den Geldeingang erledigten Quittungen sind wie Geldbestände unter Doppelverschluss des Kassierers und Gegenbuchführers zu halten.

Die Erheber erhalten Quittungen nur im Umfange eines ungefähren täglichen Erledigungspensums ausgehändigt. Die nicht erledigten Quittungen werden täglich gegen Bescheinigung des Kassierers und Gegenbuchführers auf der Hebeliste zurückgegeben. Die auf den Betrag der täglichen Geldablieferungen rechnerisch festgestellten und bescheinigten Hebelisten dienen als Beläge für die Kassenbuchungen.

IV. Der Kassierer der Zahlstelle führt das Kassen-Journal (Einnahmen und Ausgaben), das Tagesabschlussbuch, sowie das Kassenbuch über rückständige Löhne, besorgt das ganze Zahlgeschäft, nimmt die Geld-Ablieferungen der Erheber entgegen, ist für die Vollständigkeit und den sicheren Verschluss der Geldbestände, Bücher, Beläge und Quittungen mit verantwortlich, fertigt die Abschluss-Arbeiten und beteiligt sich — auch ohne besondere Anordnung des Zahlstellen-Vorstehers — an den allgemeinen Rechnungs-, Kassen- und statistischen Arbeiten.

Der Kassierer darf keinen Betrag zur Kasse führen oder aus derselben entnehmen, bevor die Buchungen des Zahlstellen-Vorstehers in der Soll-Kontrolle und des Gegenbuchführers in dem Gegenkassen-Journal bewirkt sind und dies durch Beisetzung der Nummer auf dem Belag oder der Quittung vermerkt ist.

V. Der Gegenbuchführer führt das Gegenkassen-Journal (Einnahmen und Ausgaben). Dasselbe ist dem vom Kassierer geführten Kassen-Journal vollständig gleich, wird indessen zum Zwecke einer vereinfachten und sicheren monatlichen Abrechnung mit der Stadt-Hauptkasse für jeden Monat neu angelegt (in 13 Hefte geteilt), um mit der Monats-Abrechnung nach Bescheinigung seitens des Kassierers, des Zahlstellen-Vorstehers und des Direktors auf die Übereinstimmung mit dem bei der Zahlstelle verbleibenden Kassenbuch des Kassierers als Originalbelag an das Elektrizitäts- und Bahn-Amt, die Stadt-Hauptkasse, das Rechnungs-Revisions-Bureau und wieder zurück laufen zu können.

Der Gegenbuchführer ist dafür verantwortlich, dass alle zur Kasse kommenden Einnahmen und zu leistenden Zahlungen vor Erledigung der Kassengeschäfte von ihm verbucht und die Beläge mit entsprechendem Buchungsvermerk versehen werden.

Die weitere Beschäftigung des Gegenbuchführers ordnet der Zahlstellen-Vorsteher an.

VI. Die Bureaugehülfen bewirken die Übertragungen aus den Ablesekarten in die Licht- und Kraftkonten, das Journal für Licht- und Kraftabgabe u. s. w. Ferner liegt ihnen die Anfertigung sonstiger Schreibarbeiten, die Führung statistischer Nachweise u. s. w. ob.

Im Einzelnen regelt der Zahlstellen-Vorsteher die Beschäftigung derselben.

VII. Die Erheber haben nach den ihnen vom Zahlstellen-Vorsteher erteilten Aufträgen die Einkassierung der Forderungen für Strom-Abgabe u. s. w. zu besorgen, sonstige Botengänge auszuführen und in der frei bleibenden Zeit am Ablesen der Zähler und an den mechanischen Schreib- und sonstigen Arbeiten teilzunehmen.

VIII. Die Zähler-Ableser bewirken an der Hand der ihnen übergebenen Ablesekarten die Feststellung des Stromverbrauches der einzelnen Konsumenten. Nach Anweisung des Zahlstellen-Vorstehers haben die Zähler-Ableser möglichst unregelmässig bezirksweise zu wechseln.

Wird ein Erheber vorübergehend zum Zählerablesen verwandt, so ist dafür Sorge zu tragen, dass ihm das Ablesen nicht in dem Bezirk aufgetragen wird, in welchem er die Erhebergeschäfte bewirkt.

IX. Das Bureau- und Kassen-Personal hat sich über alle seinen Dienst betreffenden Angelegenheiten ständig unterrichtet zu halten und auf allseitige Wahrung der städtischen Interessen bedacht zu sein.

Die Abschlussarbeiten erfolgen im Benehmen mit der Stadt-Hauptkassen-Verwaltung.

## Verkehr mit der Stadt-Hauptkasse.

§ 6.

I. Die Beläge über die direkt bei der Stadt-Hauptkasse zu zahlenden oder zu vereinnahmenden Beträge werden, nachdem sie von der Betriebsdirektion vorbereitet, gehörig bescheinigt (auch vom Betriebs-Direktor), sowie in der Soll-Kontrolle gebucht worden sind, an das Elektrizitäts- und Bahn-Amt zur Nachprüfung, amtsseitigen Buchung und Anweisung auf die Stadt-Hauptkasse eingereicht.

II. Die monatliche Abrechnung mit der Stadt-Hauptkasse, bestehend aus dem Kassenabschluss nach Formular, dem Gegenkassen-Journal (Monatsteil) und den zugehörigen Belägen der Zahlstelle geht in gleicher Weise an das Elektrizitäts- und Bahn-Amt zur Nachprüfung, amtsseitigen summarischen Verbuchung und Anweisung auf die Stadt-Hauptkasse (s. Ziffer I).

Der Monatsteil des Gegenkassen-Journals in Einnahme und Ausgabe (gleichzeitig Kassen-Auszug für die Abrechnung) wird stets mit dem Vortrag der Schlusszahlen aus dem Vormonat begonnen.

Die Buchungen während des Monats werden fortlaufend zugerechnet und es wird am Monatsschluss durch Abzug des Buchstands am Monatsanfang der Monatsumsatz ermittelt.

Die sich ergebenden Effektiv-Belastungen oder Gutschriften werden durch Konto-Korrent-Anweisungen ausgeglichen.

Die monatliche Abrechnung ist dem Elektrizitäts- und Bahn-Amte bis spätestens 10. jeden Monats einzureichen; die Ablieferung der geprüften Abrechnung an die Stadt-Hauptkasse muss spätestens bis zum 25. jeden Monats erfolgen.

III. Durch das Elektrizitäts- und Bahn-Amt sind auf Vorbereitung durch die Betriebs-Direktion und die Rechnungsführung rechtzeitig der Stadt-Hauptkasse die nötigen Anweisungen über die jährliche Bucheinrichtung, über jede im Laufe des Jahres vorkommende Änderung in den Verrechnungsstellen und dem Abrechnungsverfahren und über die Jahresabschluss-Verrechnung einschliesslich der Vermögens- und Schuld-Inventur-Buchungen zuzufertigen.

## Geschäfts-Aufsicht.

§ 7.

I. Der Betriebs-Direktor ist persönlich dafür verantwortlich, dass der gesamte Kassen- und Rechnungsdienst in seinem ganzen Umfang den gegebenen Vorschriften wie den Anforderungen einer zweckmässigen Organisation und unbedingten Sicherheit entspricht und sich überall in tadelloser Ordnung und Übersicht befindet.

II. Der Betriebs-Direktor wird u. a. mindestens einmal monatlich unvermutet die Zahlstelle und den gesamten Abrechnungs- und Buchungs-Verkehr des betreffenden oder eines vorhergehenden Tages von der Entstehung der Tagesgeschäfte (den Ablesekarten, Licht- und Kraftkonten an) bis zur Geldbestandsverwahrung eingehend prüfen.

Diese Geschäfts-Revisionen, bei denen auch ein Kassensturz vorzunehmen ist, sind im Tages-Abschlussbuch unter Namensbeischrift des Direktors zu vermerken.

III. Insbesondere ist vom Direktor bei diesen Revisionen festzustellen, ob sämtliche in der Soll-Kontrolle verzeichneten Einnahme-Posten nach den Büchern und den Kontrollen über sonstige Einnahmen richtig übernommen und eingegangen sind. Etwaige Rückstände sind eingehend zu prüfen; bei Zweifeln ist Rückfrage über den Schuldenstand bei den Strom-Abnehmern zu halten.

Gleichzeitig mit der monatlichen Abrechnung hat der Direktor dem Elektrizitäts- und Bahn-Amte ein Verzeichnis aller länger als einen Monat rückständigen Ausstände einzureichen.

IV. Die Bureau- und sonstigen Nebenkassen sind von dem Zahlstellen-Vorsteher fortlaufend

zu beaufsichtigen und mindestens monatlich einmal unvermutet zu revidieren. Über den Befund ist in dem Kassenbuche ein Eintrag zu machen, sowie dem Betriebs-Direktor Anzeige zu erstatten.

## Materialienwesen.

§ 8.

Über den Eingang (Anlieferung) und den Ausgang (Verbrauch) aller Betriebs-Materialien und Uniformen etc. sind bei der Betriebs-Direktion Bestandsbücher zu führen, in welchen jedes Material bei der Anlieferung mit dem Geldwert (Beschaffungs- und Nebenkosten) gebucht und am Jahresschluss die verbliebenen Bestände und deren Geldwert (Beschaffungs- und Nebenkosten) ermittelt werden.

## Revisionswesen.

§ 9.

Die Revision des gesamten Rechnungs- und Kassenwesens des städtischen Elektrizitäts-Werkes erfolgt nach den allgemeinen städtischen Bestimmungen.

## Schlussbestimmung.

§ 10.

Die bisherige Vereinbarung zwischen dem Elektrizitäts- und Bahn-Amt und Rechnei-Amt betreffend die Beordnung des Rechnungs- und Kassenwesens vom 10. März 1899 wird hiermit aufgehoben.

Jedem im Rechnungs- und Kassendienste Beschäftigten ist ein Exemplar dieser Bestimmungen gegen Empfangsbescheinigung, welche zu den Akten zu nehmen ist, zu behändigen.

**Frankfurt a. M.**, den 6. September 1900.

Elektrizitäts- und Bahn-Amt.

**Anlage 5.**

**Städtische Elektrizitätswerke**
**Betriebsdirektion.**

**Werk I. / II.**

Eingegangen am ................ 19 ....
Verkehrsausweis S. ........ No. ........
Unterschrift: ................
Beitrag von 50 Mk. vereinnahmt am ........
Hausanschlussbuch S. ........ No. ........
Unterschrift: ................
Mehrkosten des Hausanschlusses über 8 m mit
........ Mk. ........ Pf. vereinnahmt am ........
Hausanschlussbuch S. ........ No. ........
Unterschrift: ................

# Anmeldung

## zum Anschluss an die städtischen Elektrizitätswerke

in

Anschluss No. ........

## Frankfurt am Main.

Unter Anerkennung der nachstehend abgedruckten und ihm bekannten Bedingungen zum Bezuge elektrischer Energie zur Beleuchtung, als Betriebskraft und für sonstige Zwecke bestellt der Unterzeichnete den Anschluss seine s / r Wohnhauses, Geschäftshauses, Fabrik / Wohnung, Geschäftslokales, Werkstatt

................................ Strasse / Platz No. ........

in dem ........ Stockwerk an das Strassenleitungsnetz der städtischen Elektrizitätswerke und verpflichtet sich zur Abnahme elektrischer Energie für nachstehende daselbst zu installierende Verbrauchsobjekte:

a) zur Beleuchtung:

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1) | ........ | Glühlampen | zu | 10 | Kerzen | = | 35 | Watt | = | ........ | Kilowatt |
| | ........ | „ | „ | 16 | „ | = | 50 | „ | = | ........ | „ |
| | ........ | „ | „ | 25 | „ | = | 75 | „ | = | ........ | „ |
| | ........ | „ | „ | 32 | „ | = | 100 | „ | = | ........ | „ |
| 2) | ........ | Bogenlampen | „ | 8 | Ampère | = | 320 | „ | = | ........ | „ |
| | ........ | „ | „ | 10 | „ | = | 400 | „ | = | ........ | „ |
| | ........ | | | | | = | | „ | = | ........ | „ |
| | | | | | | | | | Zus. | ........ | Kilowatt |

b) als Betriebskraft und für sonstige Zwecke:

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ........ | Motor | zu | Pferdekraft | = | rund | ........ | Watt | = | ........ | Kilowatt |
| ........ | „ | „ | „ | = | „ | ........ | „ | = | ........ | „ |
| ........ | „ | „ | „ | = | „ | ........ | „ | = | ........ | „ |
| ........ | „ | „ | „ | = | „ | ........ | „ | = | ........ | „ |
| ........ | | | | = | „ | ........ | „ | = | ........ | „ |
| ........ | | | | = | „ | ........ | „ | = | ........ | „ |
| ........ | | | | = | „ | ........ | „ | = | ........ | „ |
| | | | | | | | | Zus. | ........ | Kilowatt |

Die Ausführung der inneren elektrischen Einrichtung ist der Firma ................................ übertragen.

**Frankfurt a. M.,** den ................ 19 ....

Unterschrift d Abnehmer: ................
Stand: ................
Wohnung: ................

Ich genehmige hiermit den vorstehend bestellten Anschluss als Eigentümer des Grundstücks ................ No. ........ und verpflichte mich und meine Rechtsnachfolger, den Anschluss (Transformatoren, Leitungen nebst Zubehör u. s. w.) solange kosten- und bedingungslos an Ort und Stelle zu belassen, als derselbe zur Stromlieferung benutzt wird.

**Frankfurt a. M.,** den ................ 19 ....

Unterschrift des Eigentümers des Grundstücks: ................
Wohnung: ................

Text der Bedingungen wie bei Anlage 2.

# Hausanschlüsse

| Laufende Nummer | Datum | | Des Anschliessenden bezw. Konsumenten | | | | Garantie | | | | | | | | | | | | | | Anschlusskasten gemäss § 2 der Bezugsbedingungen | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | der Anmeldung | des Eingangs der Anmeldung | Name | | Strasse und Haus-nummer | | Be-trag | | Dauer | Datum des Beginns derselben | Nachzahlung | | | | | | | | | | Be-trag | | Verein-nahmt Haus-an-schluss-Konto | | Da-tum |
| | | | Zu- | Vor- | | No. | ℳ | ₰ | Jahre | | 19.. ℳ | ₰ | 19 ℳ | ₰ | 19.. ℳ | ₰ | 19 ℳ | ₰ | 19 ℳ | ₰ | ℳ | ₰ | Seite | No | |

**Anlage 6.**

| | | | | | | | | Installationen | | | | | | | | | | Veranlagungs-Konto | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Anschluss ausgeführt am? | Länge des Hausanschluss-Kabels | Mehrkosten des Hausanschlusses | | | | | Abnahmegebühren siehe laufende Nummer | Datum | | Name des Installateurs | Datum des Abnahmeprotokolls | Abnahmegebühren | | | | | Hausanschluss siehe laufende Nummer | No. | eingetragen | Bemerkungen |
| | | Betrag | | Vereinnahmt Hausanschluss-Konto | | Datum | | der Fertigstellungs-Anzeige | des Eingangs der Fertigstellungs-Anzeige | | | Betrag | | Vereinnahmt Abnahmegebühren-Konto | | Datum | | | | |
| | m | ℳ | ₰ | Seite | No. | | | | | | | ℳ | ₰ | Seite | No | | | | | |

**Anlage 7.**

# Rechnungsjahr 1903.

Hebestelle ....................

Vor- und Zuname: ....................

Stand und Wohnung: ....................

untersucht am ....................

Zähler No. . . . Amp.: ..... Kilowatt: ..... Const.: .....

. .

Preisvereinbarung:

Garantie:

Haftgeld

Kautionskontrole No. .....

| Zählerstand am Tag | Zählerstand am Mon. | Zählerstand Ablesung | Verbrauch Monat | Verbrauch Kilowattstunden | Soll Garantie ℳ | Soll Garantie ₰ | Soll Energie-Verbrauch ℳ | Soll Energie-Verbrauch ₰ | Soll Zählermiete ℳ | Soll Zählermiete ₰ | Tag der Zahlung | Ist Garantie ℳ | Ist Garantie ₰ | Ist Energie-Verbrauch ℳ | Ist Energie-Verbrauch ₰ | Ist Zählermiete ℳ | Ist Zählermiete ₰ | Verkaufs-Buch Seite | Verkaufs-Buch No. | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Rest | | | | | | | | | | | | | | | | | Übertrag |
| | | | April | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Mai | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Juni | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Juli | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Aug. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Sept. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Okt. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Nov. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Dez. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Jan. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Febr. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | März | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Summe: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

## Rabattberechnung.

Installierte Kilowatt ....................

Brenn- bezw. Betriebsstunden ....................

% Rabatt = ..... ℳ ..... ₰

**Weisser Karton.** **Anlage 8.**

Kontobuch Seite ........ Hebestelle: ........

Zähler No. ........

Namen: ........

Wohnung: ........

Konstante: ........

| Datum Tag \| Mon. | Zählerstand | Differenz Mon. | | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|
| Übertrag | | | | |
| | | April | | |
| | | Mai | | |
| | | Juni | | |
| | | Juli | | |
| | | Aug. | | |
| | | Sept. | | |
| | | Okt. | | |
| | | Nov. | | |
| | | Dez. | | |
| | | Jan. | | |
| | | Febr. | | |
| | | März | | |
| | | Summa | | |

Abgelesen durch: ........

**Blauer Karton.** **Anlage 9.**

Kontobuch Seite ........ Hebestelle: ........

Zähler No. ........

Namen: ........

Wohnung: ........

Konstante: ........

| Datum Tag \| Mon. | Zählerstand | Differenz Mon. | | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|
| Übertrag | | | | |
| | | April | | |
| | | Mai | | |
| | | Juni | | |
| | | Juli | | |
| | | Aug. | | |
| | | Sept. | | |
| | | Okt. | | |
| | | Nov. | | |
| | | Dez. | | |
| | | Jan. | | |
| | | Febr. | | |
| | | März | | |
| | | Summa | | |

Abgelesen durch: ........

Licht: In weisser Farbe. **Anlage 10.**

## Städtische Elektrizitäts-Werke

**Betriebsdirektion.**

Zähler No. ..............................

Constante: ..............................

Herrn ..............................

Zählerstand am: ..............................

" " ..............................

Differenz: ..............................

Verbrauch: .............................. Kilowattstunden.

Reklamationen gegen den Stromverbrauch müssen binnen 5 Tagen von dem Tage der Zustellung dieses Zählerablesezettels bei der Betriebsdirektion der Städischen Elektrizitäts-Werke **schriftlich** angebracht werden, andernfalls dieselben nicht berücksichtigt werden können.

Kraft: In blauer Farbe. **Anlage 11.**

## Städtisches Elektrizitäts-Werk

**Betriebsdirektion**

Zähler No. ..............................

Constante: ..............................

Herrn ..............................

Zählerstand am: ..............................

" " ..............................

Differenz: ..............................

Verbrauch: ..............................

Beanstandungen des vorstehenden Verbrauchs sind innerhalb 3 Tagen schriftlich einzureichen, andernfalls dieselben nicht berücksichtigt werden können.

**Anlage 12.**

Hebestelle: ..............................

No. ..........

# Rechnung
## der Städtischen Elektrizitäts-Werke
**Betriebsdirektion Frankfurt a. M.**

für Herrn ..............................

.................... strasse No. ...... **Hier**

über den Verbrauch elektrischer Energie **zu Beleuchtungszwecken**

vom .......... bis .......... = .......... KWSt. à ...... Pfg. = M. .......... . ...... Pfg.

Zählermiete für Monat .................... „ .......... . ...... „

Sa. M. .......... . ...... Pfg.

Vorstehenden Betrag erhalten

**Betriebs-Zahlstelle der Städt. Elektrizitäts-Werke**

Nur Quittungen mit den Unterschriften zweier Beamten, deren Unterschriften im Kassenlokale aushängen, haben Giltigkeit.

..........  ..........

---

**Anlage 13.**

Hebestelle: ..............................

No. ..........

# Rechnung
## der Städtischen Elektrizitäts-Werke
**Betriebsdirektion Frankfurt a. M.**

für Herrn ..............................

.................... strasse No. ...... **Hier**

über den Verbrauch elektrischer Energie **zu Kraftzwecken**

vom .......... bis .......... = .......... KWSt. à ...... Pfg. = M. .......... . ...... Pfg.

Zählermiete für Monat .................... „ .......... . ...... „

Sa. M. .......... . ...... Pfg.

Vorstehenden Betrag erhalten

**Betriebs-Zahlstelle der Städt. Elektrizitäts-Werke**

Nur Quittungen mit den Unterschriften zweier Beamten, deren Unterschriften im Kassenlokale aushängen, haben Giltigkeit.

Frankfurt a. M., den ten 190

beliebe an die

**Betriebszahlstelle der Städtischen Elektrizitäts-Werke, Neue Mainzerstrasse 19,**

für Lieferung elektr. Energie zu Beleuchtungs- / Kraft- zwecken nachstehende Summe zu bezahlen.

| No. des Kontos | No. des Zählers | | Anzahl d. Kwst. | Einheitspreis Pf. | Betrag Mk. | Betrag Pf. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | vom bis | | | | |
| | | „ „ | | | | |
| | | „ „ | | | | |
| | | „ „ | | | | |
| | | „ „ | | | | |
| | | „ „ | | | | |
| | | „ „ | | | | |
| | | „ „ | | | | |
| | | Zählermiete für Monat Zähler | | 3 Mk. | | |
| | | „ „ „ „ | | 2 Mk. | | |
| | | „ „ „ „ | | 1 Mk. | | |
| | | Summa | | | | |

**Seitens der Elektrizitäts-Werke**

Für die Richtigkeit: Rechnerisch richtig: Für die Richtigkeit:

Den Empfang der vorstehenden Summe bescheinigt

Frankfurt a. M., den ten 190

**Betriebszahlstelle der Städtischen Elektrizitäts-Werke:**

Anlage 15.

Frankfurt a. M., den 190 .

# Rechnung

## der Städtischen Elektrizitäts-Werke, Betriebsdirektion.

für

| No. des Kontos | No. des Zählers | über gelieferte elektrische Energie zu Beleuchtungs- / Kraft- Zwecken | Anzahl d. Kwst. | Einheits-Preis ₰ | Betrag ℳ | Betrag ₰ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | vom bis | | | | |
| | | " " | | | | |
| | | " " | | | | |
| | | " " | | | | |
| | | " " | | | | |
| | | " " | | | | |
| | | " " | | | | |
| | | " " | | | | |
| | | Zählermiete für Monat Zähler | | 3 ℳ | | |
| | | " " " " | | 2 ℳ | | |
| | | " " " " | | 1 ℳ | | |
| | | | Summa | | | |

Heftrand.

Ausgabe.

Allgem. Verwaltung.
Nebenverwaltung — Ord., E.-O., R.-V.

Abt. Kap. Tit. Pos.

Rechnungsjahr 190 .

Amtskontrole Blatt No. .

# Magistrat Frankfurt a. M.

(Amt)

Belag No. .

Buchh. No. { Hauptbuch Seite .
Journal No. .

Kassenjournal No. .

| Für die Richtigkeit: | Technisch geprüft: | Rechnerisch richtig: |
| --- | --- | --- |
| | | |

**Frankfurt a. M.**, den 190 .

# Ausgabe-Anweisung.

Die Stadthauptkasse wird angewiesen, den Betrag von

M. S

buchstäblich:

zu zahlen und wie angegeben zu verausgaben.

(Amt)

Den Empfang des vorstehend bezeichneten Betrags bescheinigt

**Frankfurt a. M.**, den 190 .

Heftrand.

L

**Anlage 16.**

Anlage zu Beleg

# Verzeichnis

## zur Einkassierung bestimmter Quittungen.

| Namen | Konto No. | Lichtabgabe ℳ | Lichtabgabe ₰ | Zählermiete ℳ | Zählermiete ₰ | Bezahlt ℳ | Bezahlt ₰ | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | Quittung erhalten<br>Frankfurt a. M., ......... 190<br><br>unerledigte Quittungen zurück erhalten.<br>Frankfurt a. M., ......... 190 |

K

**Anlage 17.**

Anlage zu Belag

# Verzeichnis

## zur Einkassierung bestimmter Quittungen.

| Namen | Konto No. | Kraft-abgabe ℳ | ₰ | Zähler-miete ℳ | ₰ | Bezahlt ℳ | ₰ | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | Quittung erhalten<br>Frankfurt a. M., 190<br><br>unerledigte Quittungen zurück erhalten.<br>Frankfurt a. M., 190 |

**Anlage 18.**

Gegenjournal-Einnahme
Kassenjournal- „

# Einnahme-Anweisung.

**Die Zahlstelle XI wird hierdurch angewiesen, die nachstehend aufgeführten Beträge:**

| Laut Anlage | Gesamtbetrag | | Auf Konto: | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Lichtabgabe | | Kraftabgabe | | Zählermiete | | Abnahmegebühr | | Sonstige Einnahmen | | Hausanschlüsse | |
| | ℳ | ₰ | ℳ | ₰ | ℳ | ₰ | ℳ | ₰ | ℳ | ₰ | ℳ | ₰ | ℳ | ₰ |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

wörtlich:

Mark Pfennig

wie vor angegeben zu vereinnahmen.

**Frankfurt a. M.,** den 190

Für die Richtigkeit:

**Betriebs-Direktion**
Rechnerisch richtig: **der Städtischen Elektrizitäts-Werke.**

Anlage 19.

# Elektrizitäts-Werk I.

# Gegen-Einnahme-Journal

der

## Betriebs-Zahlstelle der Städtischen Elektrizitäts-Werke (XI)

für den Monat ______ 190__

**Als Anlage der Monats-Abrechnung beigefügt.**

Die Übereinstimmung mit dem Kassen-Journal, sowie der richtig erfolgte Übertrag der Abschlusszahlen in das Gegen-Journal für den nächsten Monat werden hiermit bescheinigt.

Frankfurt a. M., den ______

**Betriebs-Zahlstelle der Städtischen Elektrizitäts-Werke.**

Für die Richtigkeit

Frankfurt a. M., den ______

Betriebs-Direktor.

Elektrizitäts-Werk I.

# Einnahme.

# Monat

| Laufende No. | Tag | Bezeichnung | Betrag im Einzelnen ℳ | ₰ | Betrag Tages-Summe ℳ | ₰ | B. 1 Anteil des Elektrizitäts-Werkes II (Bockenheim) an den Kosten des Elektrizitäts-Werkes I ℳ | ₰ | C. 2 Für Lichtstrom ℳ | ₰ | C. 3 Für Kraftstrom ℳ | ₰ | C. 4 Erstattung vom Tiefbau-Amt für Besorgung der elektrischen Beleuchtung ℳ | ₰ | C. 5 Zähler-Miete ℳ | ₰ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

| C. 6 | | C. 7 | | D. 8 | | E. 9 | | F. | | | | | | | | Asservaten und Vorschüsse | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gebühr für Abnahme der Hausinstallationen | | Sonstige Einnahmen | | Erstattung aus dem Erneuerungsfonds | | Verzinsung und Tilgung | | Materialien-Verwaltung | | | | Rest-Verwaltung | | | | a) Allgemeine | | b) Extraordinarium | | | | Kontokorrent mit der Stadthauptkasse | |
| M. | ₰ | M. | ₰ | M. | ₰ | M. | ₰ | M. | ₰ | M. | ₰ | M. | ₰ | M. | ₰ | M. | ₰ | M. | ₰ | M. | ₰ | M. | ₰ |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**Anlage 20.**

Kontokorrent
**bei der Stadthauptkasse**
Rechnungsjahr 190

| Buchungszeichen der Stadthauptkasse |
| --- |
| Beleg No. |
| Buchh. No. { Hauptbuch Seite |
| Journal No. |
| Kassen-Journal No. |

# Einnahme-Ausweis
## für die Stadthauptkasse.

Die Stadthauptkasse empfängt

Mk. Pfg.

wörtlich:

*) durch Barauszahlung — *) durch im Kontokorrentverkehr an uns durch die Stadthauptkasse bezahlte ........ Stück Rechnungen betreffend

**Frankfurt a. M.**, den 190

## Betriebszahlstelle
### der Städtischen Elektrizitäts-Werke

Der Zahlstellenvorsteher: Der Buchführer: Der Kassierer:

J. No. J. No.

*) Das nicht Zutreffende ist zu durchstreichen.

**Anlage 21.**

# Städtische Elektrizitäts-Werke

**Betriebsdirektion**

Geschäftsstelle: Neue Mainzerstrasse 19.

**Frankfurt a. M.,** den .................... 190

Herr ..............................................

Falls Sie im Sommer zu verreisen gedenken, empfehlen wir zur Vermeidung von Mahnungen, die Zählermiete im Voraus, und den Stromverbrauch bis zur Abreise, nach Ablesung durch uns, vor derselben zu zahlen bezw. uns angeben zu wollen, wo wir die Beträge hier erheben lassen können.

Hochachtungsvoll

Städtische Elektrizitäts-Werke

**Betriebsdirektion.**

---

**Anlage 22.**

**Städtische Elektrizitäts-Werke**
**Betriebsdirektion.**

**Frankfurt a. M.,** .......... 190
Neue Mainzerstr. 19

Konto-No. ..........

Herr ..............................................

.................... Strasse ..........

Unser Erheber war heute bei Ihnen, um den Betrag für die in der Zeit vom .......... bis .......... verbrauchte elektrische Energie — Abnahmegebühr — Kosten des Hausanschlusses mit Mk. .......... einzukassieren. Da Zahlung nicht erfolgte, ersuchen wir, obigen Betrag innerhalb 5 Tagen von heute an bei unserer Betriebszahlstelle, Neue Mainzerstrasse 19[1], während der Kassenstunden von 9–12 Uhr vormittags bezw. 3–5 Uhr nachmittags einzuzahlen, widrigenfalls der rückständige Betrag gegen eine Gebühr von 20 Pf. erhoben wird (vergl. § 7 der Stromlieferungsbedingungen).

Hochachtend

Städtische Elektrizitäts-Werke

**Betriebsdirektion.**

**Anlage 23.**

Städtische
Elektrizitäts-Werke
Betriebsdirektion.

J.-No. ......

Es wird gebeten, im Antwortschreiben vorstehende No. anzugeben.

Betr. Elektrizitäts-Werk I. II.

Frankfurt a. M., den ......
Neue Mainzerstr. 19.

Für Verbrauch elektrischer Energie zu Beleuchtungs- / Kraft- Zwecken bezw. Zählermiete schulden Sie uns den Betrag von zusammen

**Mark** ...... für den Monat ......

Wir ersuchen um baldgefl. porto- und bestellgeldfreie Überweisung dieses Betrages oder Angabe, wo wir unser Guthaben während der Dauer Ihrer Abwesenheit eventuell erheben lassen können.

Hochachtungsvoll

Städtische Elektrizitäts-Werke
Betriebsdirektion.

# Einnahme. Strom-Abgabe.

| Konto-No. | Soll | | | | | | Zugang | | | | Abgang | | | | Ist | | | | Reste | | | | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Kraftabgabe | | Zählermiete | | Gesamt-Betrag | | Kraftabgabe | | Zählermiete | | Kraftabgabe | | Zählermiete | | Kraftabgabe | | Zählermiete | | Kraftabgabe | | Zählermiete | | |
| | *M.* | *ℌ* | *M.* | *ℌ* | *M.* | *ℌ* | *M.* | *ℌ* | *M.* | *ℌ* | *M.* | *ℌ* | *M.* | *ℌ* | *M.* | *ℌ* | *M.* | *ℌ* | *M.* | *ℌ* | *M.* | *ℌ* | |

# Einnahme. Strom-Abgabe.

| Konto-No. | Soll | | | | | | Zugang | | | | Abgang | | | | Ist | | | | Reste | | | | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Lichtabgabe | | Zählermiete | | Gesamt-Betrag | | Lichtabgabe | | Zählermiete | | Lichtabgabe | | Zählermiete | | Lichtabgabe | | Zählermiete | | Lichtabgabe | | Zählermiete | | |
| | M. | ₰ | M. | ₰ | M. | ₰ | M. | ₰ | M. | ₰ | M. | ₰ | M. | ₰ | M. | ₰ | M. | ₰ | M. | ₰ | M. | ₰ | |

# Einnahme. Abnahme-Gebühren.

| Nummer | Datum der In-Sollstellung | Name | Strasse und Nummer | Soll | | Soll: Zugang | | Soll: Abgang | | Tag der Zahlung | Ist | | Reste | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | *M.* | *₰* | *M.* | *₰* | *M.* | *₰* | | *M.* | *₰* | *M.* | *₰* |
| | | | | | | | | | | | | | | |

# Einnahme. Haus-Anschlüsse.

| No. | Datum der In-Soll-stellung | Name | Ort des Anschlusses (Strasse u. No.) | Soll | | Tag der Zahlung | Ist | | Reste | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ℳ | ₰ | | ℳ | ₰ | ℳ | ₰ |
| | | | | | | | | | | |

Anlage 28.

# Einnahme. Sonstige Einnahmen.

| Nummer | Datum der In-Sollstellung | Name | Gegenstand der Zahlung | Soll | | | | | | Tag der Zahlung | Ist | | Reste | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Zugang | | Abgang | | | | | | |
| | | | | M. | ₰ | M. | ₰ | M. | ₰ | | M. | ₰ | M. | ₰ |
| | | | | | | | | | | | | | | |